



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Juarez Chipana Pedro Lino (ORCID: [0000-0002-2269-7190](https://orcid.org/0000-0002-2269-7190))
Malca Ríos Waldo Daniel (ORCID: [0000-0001-6692-7034](https://orcid.org/0000-0001-6692-7034))

ASESOR:

Mg. Alzamora Román, Hermer Ernesto (ORCID: [0000-0002-2634-7710](https://orcid.org/0000-0002-2634-7710))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, a mi esposa por el apoyo incondicional en el camino a la culminación de mis estudios y a mi hijo quien es mi inspiración para superarme y ser mejor para él.

-Waldo Daniel Malca Ríos –

Este proyecto académico va dedicado a mis señores padres, hermanos y a todas las personas que durante todo este tiempo estuvieron siempre acompañándome en mi carrera universitaria, compartiendo anhelos y metas, a ellos con todo el amor del mundo.

-Pedro Lino Juarez Chipana-

Agradecimiento

Agradezco mucho a la ayuda de mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por los conocimientos que me ha otorgado.

A Dios por darme salud y cuidado durante todo este tiempo. A la Universidad César Vallejo y a los docentes por brindarme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, estudiar y desarrollarme profesionalmente

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y Operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos	15
3.6 Método de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXO.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Suelos según Tamaño de Partículas ASTM D422	7
Tabla 2. Índice de Plasticidad del suelo Arcilloso Norma ASTM D4318-84	8
Tabla 3. Tamices según la Norma ASTM	8
Tabla 4. Clasificación de suelos.....	10
Tabla 5. Resumen de proporciones de adiciones en investigaciones anteriores.....	12
Tabla 6. Cuadro de normas de técnicas utilizadas	15
Tabla 7. Descripción de la ubicación de calicatas.....	18
Tabla 8. Constitución química de las cenizas.	19
Tabla 9. Análisis granulométrico por tamizado C-1	20
Tabla 10. Ensayo de contenido de humedad.....	21
Tabla 11. Ensayo de Límites de consistencia	22
Tabla 12. Análisis granulométrico por tamizado C-2.....	22
Tabla 13. Ensayo de contenido de humedad.....	24
Tabla 14. Resumen de resultados del análisis granulométrico.	25
Tabla 15. PRÓCTOR MODIFICADO (0%).....	27
Tabla 16 PRÓCTOR MODIFICADO (2.5%).....	28
Tabla 17 PRÓCTOR MODIFICADO (5%).....	29
Tabla 18 PRÓCTOR MODIFICADO (10%).....	30
Tabla 19 RESULTADOS DEL CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 0%)	31
Tabla 20 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 2.5%).....	34
Tabla 21 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 5%).....	37
Tabla 22 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 10%).....	40
Tabla 23. Valor definido de la categoría de la sub rasante.	43
Tabla 24. Valores de CBR de nuestra natural y adicionadas con Cenizas	43
Tabla 25 Resultado de esfuerzo cortante	45
Tabla 26 Datos de esfuerzo cortante	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límite de Atterberg (Conanma 2016).	9
Figura 2. Ingreso a Colcabamba.	14
Figura 3. Vista de carretera	14
Figura 4. Fases para el estudio de datos.....	16
Figura 5. Localización geográfica.	17
Figura 6. Quema del producto	19
Figura 7. Curva granulométrica del Suelo de la Calicata C-1	21
Figura 8. Diagrama de fluidez.....	22
Figura 9. Curva granulométrica del Suelo de la Calicata C-2.....	23
Figura 10. Diagrama de fluidez.....	25
Figura 11. Análisis granulométrico de las muestras según calicatas exploradas.	26
Figura 12. Curva densidad seca vs humedad	27

RESUMEN

Este proyecto contiene el estudio sobre el Diseño de paquete estructural de la carretera Colcabamba-Apurímac en el tramo 09+000 – 10+000, con la incorporación de cenizas de eucalipto, cuyo elemento es de abundancia en la zona, de manera de mejorar las propiedades mecánicas del suelo natural.

Se ha empleado una metodología del tipo experimental por los diferentes ensayos propuestos, cuya aplicación se sostendrá en una mejor estabilidad del suelo, el cual se cuantificará con los resultados comparativos, asimismo se describe la información necesaria para especificar sus propiedades.

Nuestra finalidad es mejorar la transitabilidad y comodidad de la vía tanto en época de lluvia como en verano, con el fin de disminuir los tiempos de recorrido y accesibilidad de cualquier medio de transporte, en cualquier época del año.

Palabras claves: Diseño, Cenizas, Eucalipto, Suelo, Carretera.

ABSTRACT

This project contains the study on the design of the structural package of the Colcabamba-Apurímac highway in the section 09+000 - 10+ 000, with the incorporation of eucalyptus ashes, whose element is abundant in the area, in order to improve the mechanical properties of natural soil.

An experimental type methodology has been used for the different proposed tests, whose application will be sustained in a better stability of the soil, which will be quantified with the comparative results, as well as the information necessary to specify its properties.

Our aim is to improve the walkability and comfort of the road both in the rainy season and in summer, in order to reduce travel times and accessibility of any means of transport, at any time of the year.

Keywords: Design, Ashes, Eucalyptus, Soil, Roa

I. INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación por los costos y sostenimiento de la construcción de carreteras, situación vista a nivel mundial, esta falta de disposición de recursos y mantenimiento lleva a requerir una inmediata respuesta de nuevos diseños de estabilización de suelos, que sean alimentadoras de un buen control ambiental para la construcción de bases de carreteras y caminos. Este mantenimiento de los caminos estabilizados en las zonas rurales está dado por la población localizable en su entorno, el cual cuenta con los materiales provenientes de su medio ambiente. Ello conlleva a gestionar los restos inorgánicos a escala mundial, por la inmensa cantidad de residuos generados diariamente, y a la carestía disposición de vertederos para su eliminación. Los restos retenidos de fondo, son material considerados no tan peligroso, por lo que podría ser reusados como agregado.

En el entorno nacional, existen un promedio de 2100 ladrilleras no licenciadas y en la metrópoli del centro de Lima, se localizan cinco en la zona de Lurigancho y otros cuatro en la zona de Carabayllo. Es popular que los desechos de madera de fondo sean considerados como una escoria orgánica.

Este residuo orgánico reporta más de 53,600 toneladas al año, siendo considerado deshecho, sin embargo, se han realizado estudios para las cenizas de eucalipto (CE) los cuales exponen participaciones cementosas y su influencia al emplear el grano de la ceniza en mezclanza con el mortero, presentando un performance trabajable.

Observando diversas ilustraciones, las escorias de eucalipto también han estado manejadas en reemplazo de la arena, como para fabricación de morteros en resistencias bajas, y evaluadas para fabricar hormigones.

En el departamento de Apurímac se presenta patologías en deficiencias de carpeta, como grietas, bache, ocasionando daños a los vehículos y consecuentes accidentes automovilísticos y quejas de la población. La característica del suelo de Colcabamba es de material arcilloso con arenas de limo. Por lo que se proyecta el siguiente

problema general, ¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de eucalipto en el diseño del paquete estructural para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020?

Es importante dar a conocer **específicamente los problemas** que, en pasos puntuales examinados del presente proyecto, expondrá respuestas a las interrogantes planteadas:

¿Cuáles son las características del terreno natural, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?

¿Cuál es la óptima humedad y la densidad máxima seca de terreno natural con y sin inclusión de ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?

¿Cuál es porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?

A través de esta exploración se **justifica** el reuso de estas escorias para dar proporción a los terrenos arcillosos, con la meta de crear un tributo técnico a la manufactura de la ingeniería vial, como en las imágenes socio climáticas y económicas, favoreciendo con una proposición de recurso económico con el reuso de ceniza de madera de fondo para dar estabilidad a la subrasante en Colcabamba y de esta forma los mandatarios elegidos de estos cometidos puedan darle valor a este estudio de manera de tomar medidas que ofrezcan comodidad a la población. **Justificación teórica**, se formula apelar a las propiedades cementosas de la madera de eucalipto para potenciar la estabilidad del suelo. **Justificación ambiental**, al ser un recurso reciclado, se busca su utilidad como estabilizador incorporándolo a la muestra del suelo arcilla limoso para optimar sus caracteres físicos y mecánicos, a través de los ensayos de manera de contribuir al cuidado de la huella climática. **Justificación económica**, de igual forma, se asistirá con las críticas de las restricciones que ostenta el territorio de Colcabamba - Apurímac, el cual será un instrumento para el Municipio de Colcabamba y afrontar con decisiones que afirmen su menudo gasto. **Justificación social**, podremos con estas pesquisas se asimilara las características del suelo para avalar progresivamente el bienestar de la localidad. La escoria de madera de fondo es eliminada como desmonte, estableciéndose nuestro **objetivo general**, Evaluar de qué modo influye el

incorporar cenizas de eucalipto en el diseño del paquete estructural para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

Será necesario tener en cuenta los **objetivos específicos** para el entendimiento del objetivo general:

O1. Establecer las características del terreno natural, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

O2. Determinar cuál es la óptima humedad y densidad máxima seca de la subrasante con y sin añadidura de ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

O3. Determinar cuál es porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

Debido al estado en el que se encuentra nuestra infraestructura vial en Colcabamba se indaga la posibilidad de solucionar los problemas de hundimientos y ahuellamiento con alternativas de inclusión de residuos de madera de fondo, que actualmente no le dan convenientemente su uso, mucho menos como estabilizador de suelos.

Se plantea la **hipótesis general**, El diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto se relaciona de manera significativa para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

Planteamiento de las **hipótesis específicas**:

El porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, se relaciona con la mejora de estabilización de la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

La humedad óptima y la máxima seca densidad, se integra de forma significativa agregando la ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

La resistencia del espécimen del suelo adicionado con ceniza de madera de eucalipto, se relacionan de modo significativo con el esfuerzo cortante de la subrasante en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo expondremos las teorías de forma de entender la información base del estudio para lo cual se presentan los siguientes antecedentes.

Parra (2018), en la tesis “**Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante**” presentada por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. Con una investigación descriptiva, realizando objetivamente el uso de cal y ceniza adicionados al suelo natural, para darle una estabilidad, con los resultados de mínimas diferencias de gravedad específica entre las muestras presentándose una humedad de 19.5% óptima, dadas las propiedades de la cal este interactúa con la humedad aumentando su resistencia mientras la ceniza volante por ser material muy fino cubre los vacíos. A lo cual se llegó a la conclusión que estas adiduras de cal y escoria volante se integran con el suelo de tal forma que mejoran su estabilidad al ser compactados.

Cañar (2017), esbozo en su estudio “**Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón**”, desplegada por la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, presenta una descripción explicativa este nivel analiza a suelos arenosos y arcillosos en cuanto a su firmeza y comportamiento mecánico, aplicando cenizas de carbón (CC). En el tamizado de sus componentes del suelo a través de la codificación SUCS, se obtuvo 22.13% de humedad, límite de 19.38% plástico e índice de plasticidad del 2.75%, identificándolo como un suelo limo arenoso (SM), para el suelo de tipo 1 y de 85.15% de LL, 65.28 de LP con IP de 19.87% que arroja ser una arcilla de alta plasticidad (CH) para el tipo 2, con especímenes del 20%, 23% y 25% de adidura de CC, que al desarrollar las pruebas de CBR, encontró que a medida que sumaba más las cenizas esta muestra presentaba una mejor consolidación por lo que llegó a obtener para el Tipo de suelo 1 SM, con CBR promedio del 19.26% y adición del 25%, para el Tipo de suelo 2 CH, con CBR promedio del 10.86% y adición del 25%, llegándose a la conclusión que las cenizas de fondo logran una mejor compactación en suelos arenosos. En cuanto a su resistencia al corte con la adición el suelo SM presenta una mejora del 18.57% versus el suelo CH.

González (2014), trascendió en su tesis **“Estabilización mecaniza de suelos cohesivos a través de la utilización de Cal – Ceniza Volante”** mostrada en la casa de estudio Universidad de San Carlo de Guatemala que corresponde a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tras un desarrollo experimental, descriptivo, fijando objetivamente la aptitud del uso de cenizas volantes y cal para estabilizar suelos cohesivos, logro dar ciertas proporciones a través de los ensayos de compresión que dieron por resultado que, a condiciones de agregar una cantidad de ceniza volante la máxima densidad seca aumenta, esto debido que a temperatura ambiente la cal se rehidrata generando un aumento inicial de humedad, luego al efectuar el CBR al 95% destaco por su mayor resistencia con la muestra de mayor cantidad de cal al 5% y 15 % de ceniza volante

Con un 400% de mejora, concluyendo que la adición de cal y ceniza volante mejora sustentablemente la subrasante.

Se presentan los siguientes **antecedentes nacionales**.

Landa y Torres (2019), en su tesis **“Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal”** mostrada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima, Perú. De nivel investigado fue descriptivo y correlacional, con el **objetivo** de analizar los efectos de ensayos acometidos como granulométrico, límites de Atterberg, para registrar el proceder del suelo al incorporar cenizas volantes y cal, observo que la dosificación del 80% de cal más 50% de CBCA dio por consecuencia un CBR del 7.8%, por lo que concluye la eficaz adición de Cal y Cenizas de bagazo de caña mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del suelo.

Terrones (2018), formuló en su tesis **“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el Sector Barraza, Trujillo – 2018”** exhibida en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte,– Trujillo, Perú. Eminentemente fue descriptivo correlacional y cuya finalidad fue el instituir la atribución de la escoria de la caña de azúcar en compensaciones de 5%, 10% y 15% al natural terreno, para su estabilización en la zona de Barraza, Trujillo. a través del ensayo de Próctor

modificado, CBR y comprensión simple no confinada. Estos resultaron en que se obtuvieron la máxima densidad seca, así como el óptimo contenido de humedad, estas reseñas permitieron corregir las particularidades físicas y mecánicas del terreno para su compactación. En la excavación C - 1 tuvo como efecto 11.05% de humedad, en la calicata 3, expuso que se altera la densidad seca al modificar la humedad de compactación, %. Los especímenes de las calicatas realizadas fueron ensayadas a al esfuerzo a la comprensión simple no confinada, con resultados cercanos entre sí en su etapa natural. A aplicar las cenizas a las muestras exponen aumento en su densidad seca en relación a su humedad. Finalizando concluyentemente que la aplicación de CBCA al 15% eleva sus particularidades mecánicas y el soporte de su capacidad del suelo ensayado.

Cabrera y Paredes (2018), en la performance de su tesis **“Estabilización de Suelos con Cenizas de Carbón Mineral con fines de Pavimentación en el Centro Poblado de Cascajal Izquierdo, Provincia de Santa - Ancash – 2018”** ostentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo de Lima, Perú, con diseño tipo correlacional del 4%, 8% y 10% de añadidura de carbón mineral se buscó dar una mejor característica a las propiedades del suelo natural en los 4 km- de su extensión con la toma de 01 calicata por kilómetro, dando por resultado en los diferentes ensayos un terreno del tipo de arena y grava, hallando en la calicata 3, y calicata 1, el 7% de índice de plasticidad, confirmando su mayor plasticidad por su absorción de agua, mientras al agregarle ceniza de carbón (CC) al 8% y el 10% baja plasticidad, siendo que al agregarle 4% de CC este mantiene sus límites de consistencia tal como la muestra natural, en el ensayo de CBR al sumarle 10% de CC resulta en un aumento del 13% de CBR, por lo que concluyeron que las escorias o cenizas de carbón mineral influyen positivamente en el suelo arcilloso de Cascajal mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

Huancoillo (2017), en su investigación **“Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”** demostrada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. De

nivel descriptivo correlacional, esboza objetivamente el examinar las pertenencias mecánicas del suelo al emplear Ceniza Volante y Cal en la necesidad de estabilizar el suelo, para ello ejecuto una serie de estudios físicos y mecánicos. Las soluciones planteadas luego de las pruebas realizadas, presentaron en la granulometría un tipo de suelo granular A-6 (1), suelo arcilloso, y en las pruebas de Límites de consistencia, resultando que los residuos volantes no exteriorizan plasticidad, reafirmando que el espécimen de superficie es arcilloso y al emplear tanto la ceniza como la cal, desciende su IP. En las pruebas de Próctor Modificado la adición de CV y cal disminuye la máxima densidad seca (MDS), en estos resultados la prueba del CBR, al 100% de la MDS para cada tipo de combinación, verifica que el valor de CBR aumenta en 20% hasta 117% cuando se combina la ceniza volante en 15% y Cal 5% respectivamente. Llegando a las **conclusiones**, que las muestras adicionadas constituyen una alternativa para la mejora de estabilidad de suelos, siendo viable económicamente y técnicamente.

La presente investigación expone **conceptos básicos**, con la finalidad de entenderlo, en la formulación de la investigación. Para la comprobación de las extensiones de sus partículas según la norma ASTM D422, se procede a explorar en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de Suelos según Tamaño de Partículas ASTM D422

Tipo de material	Tamaño de partículas
Grava	75 mm - 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2mm -0.2 mm
	Arena fina : 0.2 mm - 0.05 mm
Limo	0.05 mm -0.005mm
Arcilla	Menor a 0.05 mm

Fuente: M.T.C. (2016). Manual de Ensayo de Materiales

De las normas establecidas se presenta la siguiente tabla 2 sobre los índices de plasticidad para superficies arcillosas.

Tabla 2. Índice de Plasticidad del suelo Arcilloso Norma ASTM D4318-84

Índice de plasticidad	Características
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos pocos arcillosos
IP = 0	suelo exentos de arcilla

Fuente: M.T.C. (2016). Manual de Ensayos de Materiales

Contenido de Humedad, según Morales (2015), “División entre el peso del agua que se halla en la muestra y el peso de la propia una vez deshidratado a una temperatura entre los 105 y 110 grados centígrados.”

Análisis Granulométrico, es el atributo que presenta un suelo y debe expresar un entendimiento de manera él diferenciar los suelos según tamaños de la fragmentación del suelo que son: grava, arena, arcilla, limo, etc.

Análisis Granulométrico por Tamizado, según P.U.C.P. (2014), “Se realiza la separación de la muestra mediante mallas que definen el grosor de la partícula.

La información que se alcanza del estudio granulométrico se ve en la tabla 3.

Tabla 3. Tamices según la Norma ASTM

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
1/2"	12.500
3/8"	9.500
N°4	4.760
N°8	2.380
N°10	2.000
N°16	1.190
N°20	0.840
N°30	0.600
N°40	0.425
N°50	0.300
N°60	0.260
N°100	0.150
N°140	0.106
N°200	0.075

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016)

Peso Específico, según P.U.C.P. (2014) indica, “Se logra por la correlación entre el peso de sólidos y el volumen de agua desplazado a temperatura ambiente”. En las pruebas de **Límite de Atterberg**, según P.U.C.P. (2014) establece, “El **límite líquido** se describe a la cantidad de humedad que está representado en proporción, siendo determinado con un ensayo llamado Casagrande.”

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), en figura 1, se representa la carta de plasticidad de Casagrande, mientras en la tabla 4, se observa el fraccionamiento en dos áreas suelos gruesos y suelos finos.

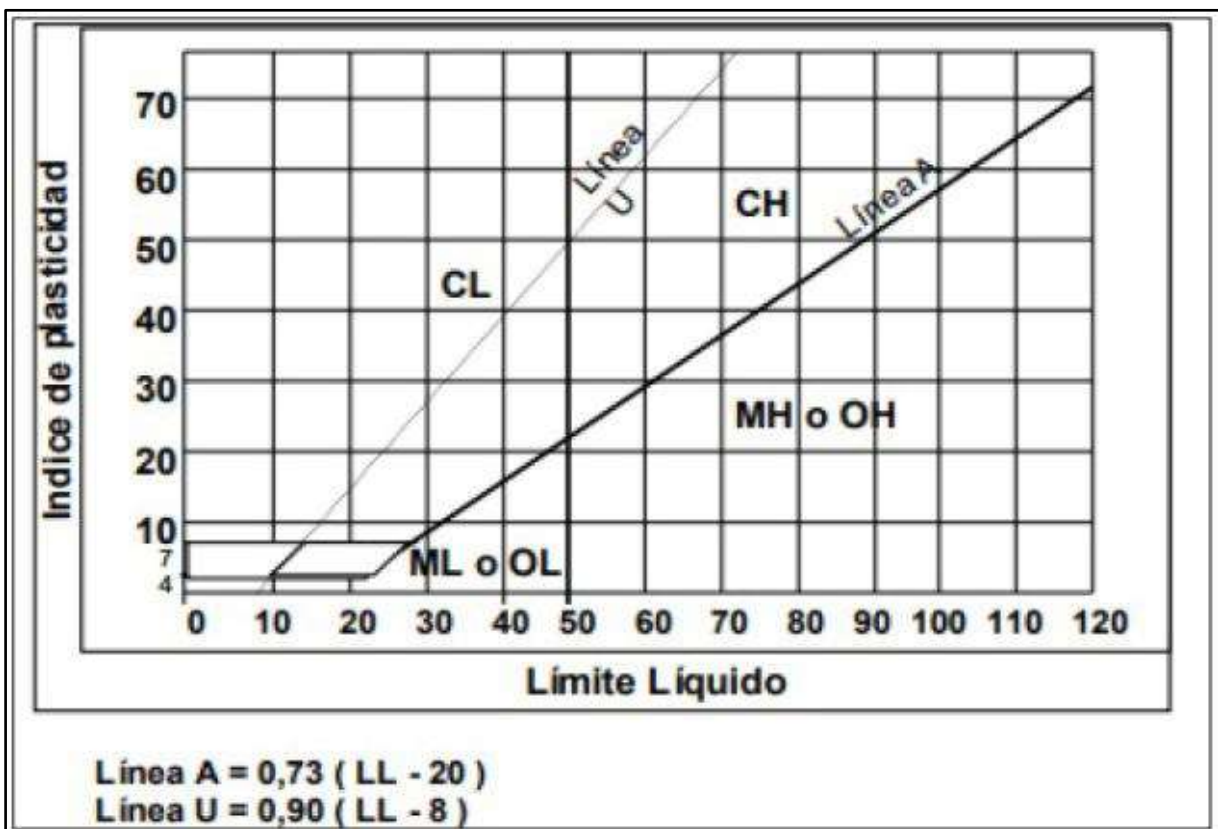


Figura 1. Límite de Atterberg (Conanma 2016).

Tabla 4. Clasificación de suelos

Divisiones Principales			Símbolo del grupo	Nombre clásico	
Suelos granulares gruesos el 50% o más se retuvo en el tamiz nº200 (0.075 mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz nº4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa	
			GP	grava pobremente graduada	
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	GM	grava limosa	
			GC	grava arcillosa	
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz nº4	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	SW	Arena fina a gruesa.	
			SP	Arena pobremente graduada	
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	SM	Arena limosa	
			SC	Arena arcillosa	
Suelos de grano fino más del 50% de la muestra pasa el tamiz No.200 (0.075 mm)	Limos y arcillas, límite líquido < 50	inorgánico	ML	limo	
			CL	arcilla	
		orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica	
	Limos y arcillas, límite líquido ≥ 50	inorgánico		MH	limo de alta plasticidad, limo elástico
				CH	Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico	
Suelos altamente orgánicos			Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	

Fuente: Conanma (2016). Geotecnia

CBR, es la evaluación de un ensayo que mide la capacidad portante del suelo cuyas siglas son Californian Bearing Ratio, su fin es la de obtener la resistencia del material usado en la base, subbase y subrasante.

Ensayo tipo Próctor Modificado, según P.U.C.P. (2014) señala, “Este ensayo se dirige exclusivamente a muestras con el 30% o menos de peso del material retenido en la criba de $\frac{3}{4}$ ”.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: Para Lozada (2015), nos muestra:

“La investigación aplicada busca el discernir directamente con los problemas. Esto se basa especialmente en los aciertos técnicos de la investigación básica, cursando el proceso de vínculo entre el producto y la teoría” (p. 34).

Se precisa que la investigación será de aplicada dado que plantea el estudio de un hecho técnico de creación que sumará a la estabilidad y durabilidad en terrenos sueltos. Desde un enfoque cuantitativo, se obtendrán valores numéricos medibles a través de los ensayos.

Diseño de Investigación: Según Tam, Vera y Oliveros (2016), señala:

“Los procedimientos de la variable independiente han sido manejados por el analista - X - por lo que se tiene registro y seguridad de causa - efecto” (p. 149)

El diseño es experimental y de tipo cuasi experimental, debido a las combinaciones del suelo matriz y la ceniza de eucalipto, con la finalidad de generar una pluralidad de consecuencias y de este perfil comparar de qué forma influye la ceniza de fondo en la estabilidad del terreno.

Nivel de investigación: Describe y explica la investigación de manera individual o colectiva en cuanto a las variables, específicamente particularidades físicas y químicas.

Enfoque de investigación:

Es cuantitativa dado que analiza datos numéricos que las relaciona con las variables basándose en la recolección de datos.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente: Para Hernández, (2015) nos dice:

“Enuncia y confina la permuta en los productos de la variable independiente procede como condición ante la variable dependiente” (p. 22).

VI (X): Ceniza de Eucalipto

Definición conceptual: Para Mamani, (2017) expresa:

“La ceniza de eucalipto alcanza el segmento grueso de la ceniza derivada en la cama interior siendo la mayor parte el 60% de las cenizas deflagradas de carbón y madero.”

Definición operacional: restante orgánico fruto de la ignición en las ladrilleras artesanales, fragmentadas en volantes y de fondo, diferenciadas en su diámetro.

Variable dependiente: Según Mamani, (2012) nos indica:

“Fenómeno o argumento expuesto afectado por el suceso de la variable independiente” (p. 21).

VD (Y): Diseño del paquete estructural del suelo

Definición conceptual:

Construcción de sub-base y bases de carreteras, donde se utilizan especialmente materiales disponibles en el lugar de emplazamiento del proyecto, sobre lo que se aplican técnicas de mejoramiento de suelo con el objetivo de mejorar su comportamiento y reducir espesores de diseño, en cada una de las capas (Aissa y Arría, 2007).

Definición operacional: Optimización de las características físicas y mecánicas del suelo procesadas objetivamente.

Operacionalización de variables: Para Mayntz, (2012) lo procesa como:

“Descripción de los procesos de las actividades que un concurrente que debe efectuar para acumular las alteraciones sensoriales, para detectar un concepto teórico en menor o mayor grado” (p. 34).

Indicadores: La tabla 5 resume el uso de las proporciones de las adiciones de estudio, esto a fin de tomar el certero complemento de la ceniza de eucalipto.

Tabla 5. Resumen de proporciones de adiciones en investigaciones anteriores

Investigador/adiciones	Cenizas de Carbón	Ceniza de carbón mineral	Ceniza Volante y Cal	Ceniza de Bagazo de Caña
Cañar (2017)	20%-23%-25%			
Cabrera y Paredes (2018)		4%-8%-10%		
Huancoillo (2017)			15%-5%	
Terrones (2018)				5%-10%-15%

Fuente: elaboración propia

La proporción que se asumirá será la de: 2.5%, 5% y 10% de Cenizas de Eucalipto

Escala de medición:

- Clasificación del suelo mediante (SUCS) (Razón)
- Hoja de cálculo (Razón)
- Ensayo de Corte Directo ASTM D3080 (Razón)
- Análisis granulométrico por Tamizado ASTM D422 (Razón)
- Límites de consistencia ASTM D4318 (Razón)
- Ensayo de Próctor Modificado (Razón)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Según Behar (2014), dice:

“es un acumulado de pertenencias de un mecanismo establecido en sus necesidades que designamos como población” (p. 51).

La población estudiada será el suelo de la carretera Colcabamba – Apurímac, que consta de 1 km. Desde Chacapampa hasta Colcabamba.

Muestra: Según Barrientos (2013), nos dice:

Fragmento de la población que se supone para verificar el estudio para la presente investigación se tomará como muestra el suelo ubicado en el tramo km. 09+000 al 10+000 de ingreso a la ciudad de Colcabamba Apurímac.

Muestreo: Según Carrasco (2015), nos dice:

“No todas las personas de la población tienen la posibilidad de ser selectos para ser parte de la muestra, por eso, no son tan característicos” (p. 243).

Para el muestreo se ha tomado la exploración de 2 calicatas con profundidad de 1.50 metros dentro de un kilómetro, en la carretera de acceso a la ciudad de Colcabamba, obsérvese en las figuras 4.y 5 Vistas de Colcabamba, Apurímac,



Figura 2. Ingreso a Colcabamba.



Figura 3. Vista de carretera

Unidad de análisis: es el estudio del suelo del tramo de muestra de la carretera Colcabamba Apurímac.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Según Behar (2014), emplaza que:

“No tiene consideraciones sin la técnica de recolectar datos. Esta herramienta soporta la demostración de la dificultad trazada “, (p.55).

La técnica a emplear será de observación directa, donde la información se presentará en formatos y es directa dado que se analizará su comportamiento y particularidades físicas, químicas y mecánicas. Estas se basan en las normas de la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Cuadro de normas de técnicas utilizadas

MTC E - 107	ASTM D422	ANLISIS GRANULOMÉTRICO
MTC E - 110	ASTM D1241	LÍMITE LÍQUIDO
MTC E - 111	ASTM D1241	LÍMITE PLÁSTICO
MTC E - 115	ASTM D4715	PRÓCTOR MODIFICADO
MTC E - 132	ASTM D1883	CBR (RELACIÓN DE SOPORTE)

Fuente: MTC.

Instrumento de recolección de datos: Registra la información digital o escrita, estos son de interés para la data de las diligencias de carácter claro y se bosqueja en base al ejercicio de las variables.

Confiabilidad: Según Carrasco (2015), aprecia que:

“Es la cualidad de la medición de un mecanismo, que alcanza consecuencias análogos, al emplear uno o más términos a dicha persona o conjunto de personas en diferentes etapas”, (p. 339).

Validez: Para Carrasco (2015), dice:

“Propiedad de las herramientas que busca el evaluar con exactitud, certeza claridad e imparcialidad, lo que se pide probar de la variable en estudio” (p. 336).

3.5 Procedimientos

En primer lugar, se efectuará una indagación de la carretera de Colcabamba para lograr recabar las muestras necesarias, según el estado del terreno y de esta forma ejecutar las excavaciones para su referidas observaciones en campo, las muestras se

trasladarán al laboratorio con el fin de analizarlas mediante ensayos, dichos ensayos deberán tener la supervisión de un ingeniero a cargo y un técnico especialista, esto nos permitirá tener la garantía de su validez y seguridad en los efectos obtenidos.

3.6 Método de análisis de datos

Para Diestra (2013), nos dice:

“En el nivel de la investigación, se utilizaran diversas metodologías estadísticas para establecer las medidas de la variable dependiente: clasificación, registro, tabulación y codificación si ese fuera el caso” (p. 142). Para obtener un excelente entendimiento y apropiado investigación de datos se propone realizar las fases de la figura 4:



Figura 4. Fases para el estudio de datos.

3.7 Aspectos éticos

El presente estudio tiene como ética una sólida construcción basada en la confianza. La sociedad tiene la certeza que las obtenciones de los resultados sean de carácter honesto por parte del autor. Se expondrá en ejecución el respeto a la ética y la moral en la actual investigación. Los autores tienen como compromiso ser claros y transparentes al tomar cada fuente, sin prescindir del autor escritas en las referencias.

IV. RESULTADOS

4.1 Nombre del proyecto

El presente proyecto de investigación tiene por título “Diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba - Apurímac 2020”.

4.2 Delineación de la zona de estudio

Preliminarmente se ha trazado la zona crítica de la carretera, localizándose en el tramo del km 9+000 al 10+000 de la carretera Colcabamba-Apurímac, como se aprecia en la figura 5.



Figura 5. Localización geográfica.

Dentro del proceso de la tesis, se procedió en primer lugar a reconocer la zona de estudio, para identificar la zona crítica en la cual la carretera se ve afectada, recogiendo

información documentaria proporcionada por las autoridades de Colcabamba, sobre los registros históricos del comportamiento de la carretera.

Seguidamente se inicia con la exploración de excavaciones a cielo abierto, con las calicatas C-1 y C-2.

Luego se recolecto Eucalipto de la zona para su conversión a cenizas.

4.3 Localización de las calicatas

Se ejecutaron 02 excavaciones a cielo abierto C-1 y C-2, con una profundidad de 1.50m y distanciados a 500 m., de acuerdo a lo referenciado en el manual de carreteras y pavimentos vigente, la calicata 1 se ubica en la progresiva 9+200 y la segunda calicata 2 en la progresiva 9+700, se realizaron las excavaciones y toma de muestra de acuerdo a lo normado, poniéndose énfasis en su traslado al laboratorio, la tabla 7 registra las excavaciones trabajadas.

Tabla 7. Descripción de la ubicación de calicatas

Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenadas
C-1	9+200	1.50	IZQUIERDO	E=689379,65 N=8450210,63
C-2	9+700	1.50	DERECHO	E=689403,74 N=8450294,17

Fuente: Elaboración propia

4.3 Procesos en Laboratorio

Se ha realizado:

02 Ensayos granulométricos de las muestras tomadas en campo.

4.4 Preparación de las Cenizas de Eucalipto

Para la generación de cenizas de eucalipto se tomó el producto de la zona de Colcabamba, de cuyo tallo se realizó su incineración convirtiéndose en polvo, tal como se observa en la figura 6.



Figura 6. Quema del producto

4.5 Constitución química de las cenizas de eucalipto

Se ha determinado la composición química de las cenizas de eucalipto, de acuerdo a la tabla 8.

Tabla 8. Constitución química de las cenizas.

COMPUESTO	formula	resultado%	Método de identificación
Oxido de potasio	K_2O	43.46	RAYOS X
Oxido de calcio	CaO	24.267	
Oxido de magnesio	MgO	21.616	
Oxido de fosforo	P_2O_5	1.877	
Oxido de manganeso	MnO	1.297	
Oxido de silicio	SiO_2	1.187	
Óxido de hierro	Fe_2O_3	0.272	
Oxido de terbio	Tb_4O_7	0.225	
Oxido de rutenio	RuO_2	0.154	
Oxido de Estroncio	SrO	0.072	
Óxido de azufre	SO_3	0.064	
Oxido de zinc	ZnO	0.012	
Oxido de cobre	CuO	0.009	

Interpretación: El cuadro precedente determina los porcentajes de componentes de las cenizas de eucalipto, donde la mayoría resultan en óxidos de calcio, hierro, sílice, cuyas propiedades cementantes coadyuvan a la estabilización del suelo.

Resultados de objetivos específicos

O1. Para el hallazgo de las características del suelo natural se llevó a cabo su análisis granulométrico, como se aprecia en la siguiente tabla 9.

Tabla 9. Análisis granulométrico por tamizado C-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 962.0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)		
					% Grava	[N.º 4 < f < 3"] 35.3
					% Arena	[N.º 200 < f < N.º 4] 41.2
					% Finos	[< N.º 200] 23.5
3"	76.20	--	--	100.0	LIMITES DE CONSISTENCIA	
2"	50.80	--	--	100.0	Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	37.1
1 1/2"	38.10	--	--	100.0	Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	27.6
1"	25.40	109.4	11.4	88.6	Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	9.5
3/4"	19.05	9.5	1.0	87.6	Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
3/8"	9.525	123.0	12.8	74.8	Humedad (%)	15.7
Nº 4	4.760	96.7	10.1	64.7	CLASIFICACIÓN	
Nº 10	2.000	103.3	10.7	54.0	CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
Nº 20	0.840	82.6	8.6	45.4	CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Nº 40	0.425	66.4	6.9	38.5	Descripción de la muestra :	
Nº 60	0.260	56.1	5.8	32.7	ARENA LIMOSA	
Nº 140	0.106	70.3	7.3	25.4		
Nº 200	0.074	18.5	1.9	23.5		
-200		226.2	23.5	0.0		

Fuente: Laboratorio JCH.

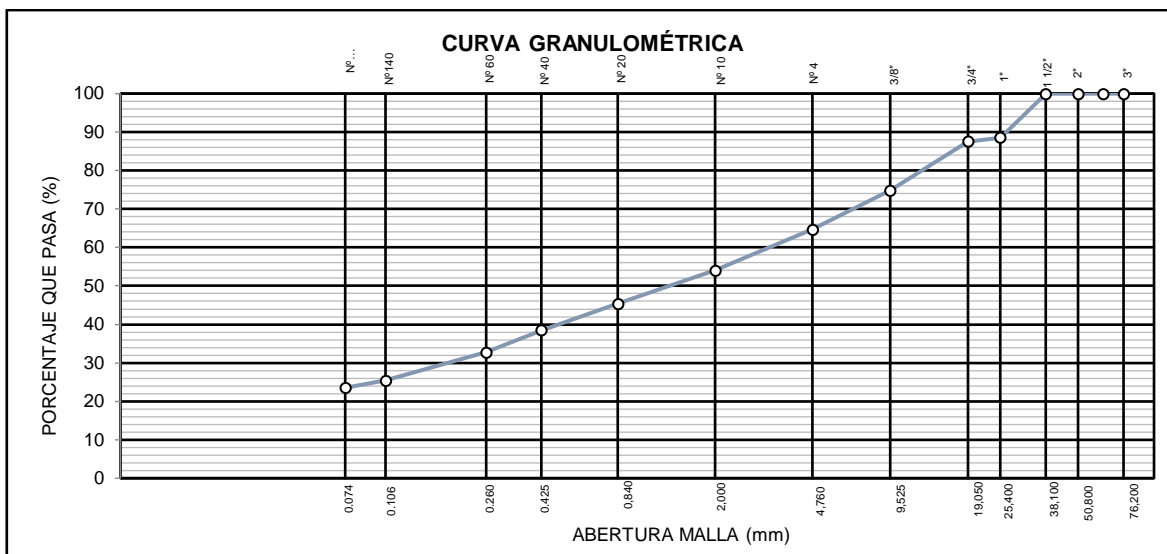


Figura 7. Curva granulométrica del Suelo de la Calicata C-1

En la figura 7 se aprecia que pasa al 100% por el tamiz de 3", 2" y 1 1/2", reteniéndose el 11.4% en la malla de 1" acabando en la malla 200 en un 23.4% de retención de la muestra. Lo cual demuestra ser un terreno Areno Limosa.

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108 DE C-1

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	:	-	
Calicata	:	C-1	
Muestra	:	-	
Prof. (m)	:	1.50	Fecha de Recepción : 14/06/21
Progresiva	:	9+200	Fecha de Ejecución : 15/06/21
Coordenadas	:	E: 689379.65	Fecha de Emisión : 23/06/21
	:	N: 8450210.63	

Se muestran los resultados del ensayo de la muestra de C-1, en la tabla N° 10

Tabla 10. Ensayo de contenido de humedad

Recipiente N.º		1	2
Peso de suelo húmedo + tara	g	575.6	565.3
Peso de suelo seco + tara	g	508.7	498.7
Peso de tara	g	85.6	70.1
Peso de agua	g	66.9	66.6
Peso de suelo seco	g	423.1	428.6
Contenido de agua	%	15.8	15.5
Contenido de Humedad (%)		15.7	

Fuente: Laboratorio JCH.

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E111, C-1

La tabla 10, describe los resultados de Límites de consistencia.

Tabla 11. Ensayo de Límites de consistencia

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
NÚMERO DE GOLPES	32	24	17		
PESO DE LA LATA (gr)	12.81	10.02	11.63	13.71	12.63
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	30.69	27.66	27.25	21.46	21.58
PESO LATA + SUELO SECO (g)	25.93	22.88	22.92	19.78	19.65
PESO AGUA (g)	4.76	4.78	4.33	1.68	1.93
PESO SUELO SECO (g)	13.12	12.86	11.29	6.07	7.02
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.3	37.2	38.4	27.7	27.5

Fuente: Laboratorio JCH.

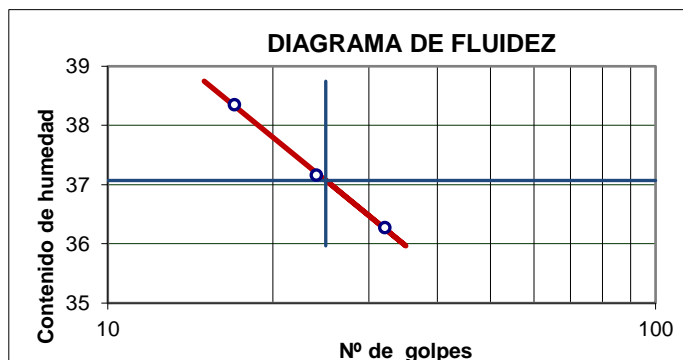


Figura 8. Diagrama de fluidez.

LÍMITE LÍQUIDO (%)	37.1
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.5

En la figura 8, el diagrama de fluidez se aprecia pasa al 100% por el tamiz de 3", 2" y 1 1/2", reteniéndose el 8.3% en la malla de 1" acabando en la malla 200 en un 19.3% de retención de la muestra. Lo cual demuestra ser un terreno de Grava Arcillosa. Se aprecia los resultados de los límites de Atterberg.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO C-2

Para el hallazgo de las características del suelo natural se llevó a cabo su análisis granulométrico, como se aprecia en la siguiente tabla 12.

Tabla 12. Análisis granulométrico por tamizado C-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 1075.3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	--	--	100.0
2"	50.80	--	--	100.0
1 1/2"	38.10	--	--	100.0
1"	25.40	88.8	8.3	91.7
3/4"	19.05	41.9	3.9	87.8
3/8"	9.525	199.4	18.5	69.3
N° 4	4.760	141.1	13.1	56.2
N° 10	2.000	105.1	9.8	46.4
N° 20	0.840	80.1	7.4	39.0
N° 40	0.425	63.0	5.9	33.1
N° 60	0.260	52.8	4.9	28.2
N° 140	0.106	75.1	7.0	21.2
N° 200	0.074	20.5	1.9	19.3
-200		207.5	19.3	0.0

% Grava	[N° 4 < f < 3"]	43.8
% Arena	[N° 200 < f < N° 4]	36.9
% Finos	[< N° 200]	19.3

LIMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	38.3
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	22.1
índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	16.2

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05

Humedad (%)	16.9
-------------	------

CLASIFICACIÓN

CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GC
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-6(0)

Descripción de la muestra :

GRAVA
ARCILLOSA

Fuente: Laboratorio JCH.

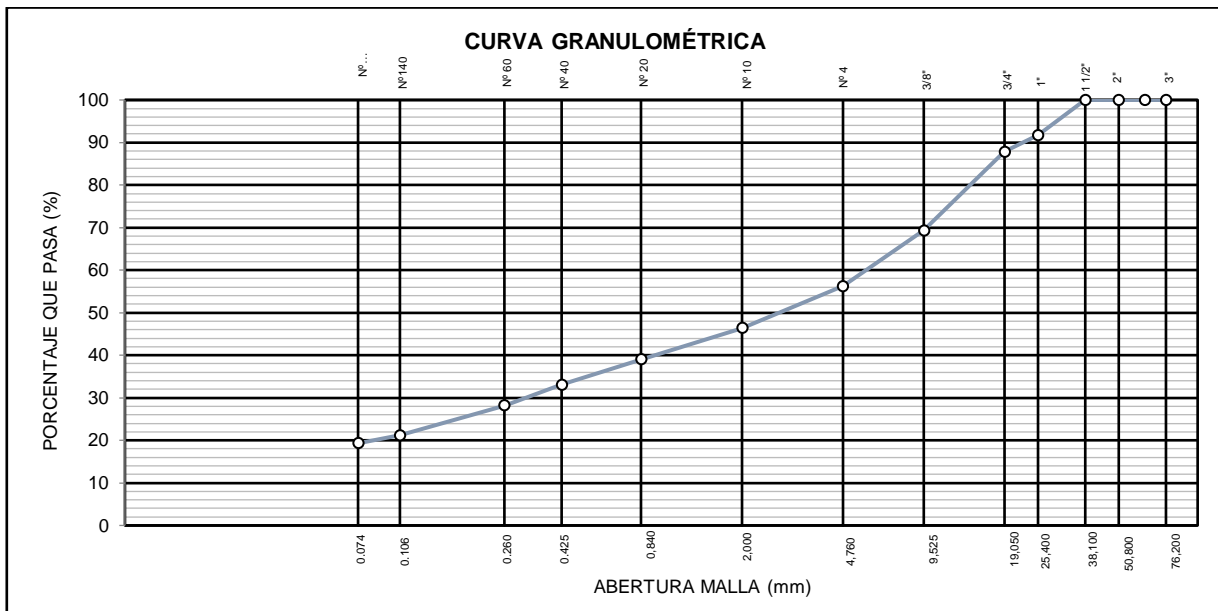


Figura 9. Curva granulométrica del Suelo de la Calicata C-2

En la figura 9, se aprecia pasa al 100% por el tamiz de 3", 2" y 1 1/2", reteniéndose el 8.3% en la malla de 1" acabando en la malla 200 en un 19.3% de retención de la muestra. Lo cual demuestra ser un terreno de Grava Arcillosa.

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108 DE C-2

DATOS DE LA MUESTRA			
Cantera	:	-	
Calicata	:	C-2	
Muestra	:	-	
Prof. (m)	:	1.50	Fecha de Recepción : 14/06/21
Progresiva	:	9+700	Fecha de Ejecución : 15/06/21
Coordenadas	:	E: 689403.74 N: 8450294.17	Fecha de Emisión : 23/06/21

Se muestran los resultados del ensayo de la muestra de C-2, en la tabla 13.

Tabla 13. Ensayo de contenido de humedad.

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo húmedo + tara	g	505.1	482.1
Peso de suelo seco + tara	g	443.5	421.5
Peso de tara	g	77.7	65.6
Peso de agua	g	61.6	60.6
Peso de suelo seco	g	365.8	355.9
Contenido de agua	%	16.8	17.0
Contenido de Humedad (%)		16.9	

Fuente: Laboratorio JCH.

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E111, C-2

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
NÚMERO DE GOLPES	34	26	19		
PESO DE LA LATA (gr)	11.58	13.83	9.14	13.31	12.1
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	28.64	28.86	25.91	22.22	20.89
PESO LATA + SUELO SECO (g)	24.00	24.71	21.20	20.61	19.30
PESO AGUA (g)	4.64	4.15	4.71	1.61	1.59
PESO SUELO SECO (g)	12.42	10.88	12.06	7.3	7.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37.4	38.1	39.1	22.1	22.1

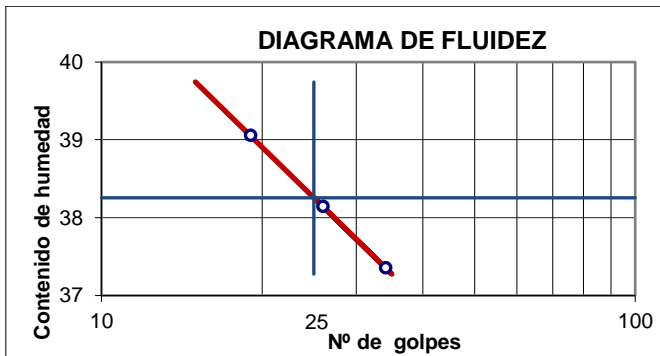


Figura 10. Diagrama de fluidez.

LÍMITE LÍQUIDO (%)	38.3
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16.2

Resumen de resultados de Granulometría

Tabla 14. Resumen de resultados del análisis granulométrico.

CALICATA	C-1	C-2
CONTENDO DE HUMEDAD	15.70	16.90
LÍMITE LÍQUIDO (%)	37.10	38.30
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27.60	22.10
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	0.50	16.2
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D-2487-05	SM	GC
CLASIFICACIÓN AASTHO ASTM D-3282-04	A-2-4(0)	A-2-6(0)
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D-2487-05	ARENA LIMOSA	GRAVA ARCILLOSA

Fuente: elaboración propia

De los resultados obtenidos del laboratorio se presenta la siguiente figura 11 del contenido de los resultados

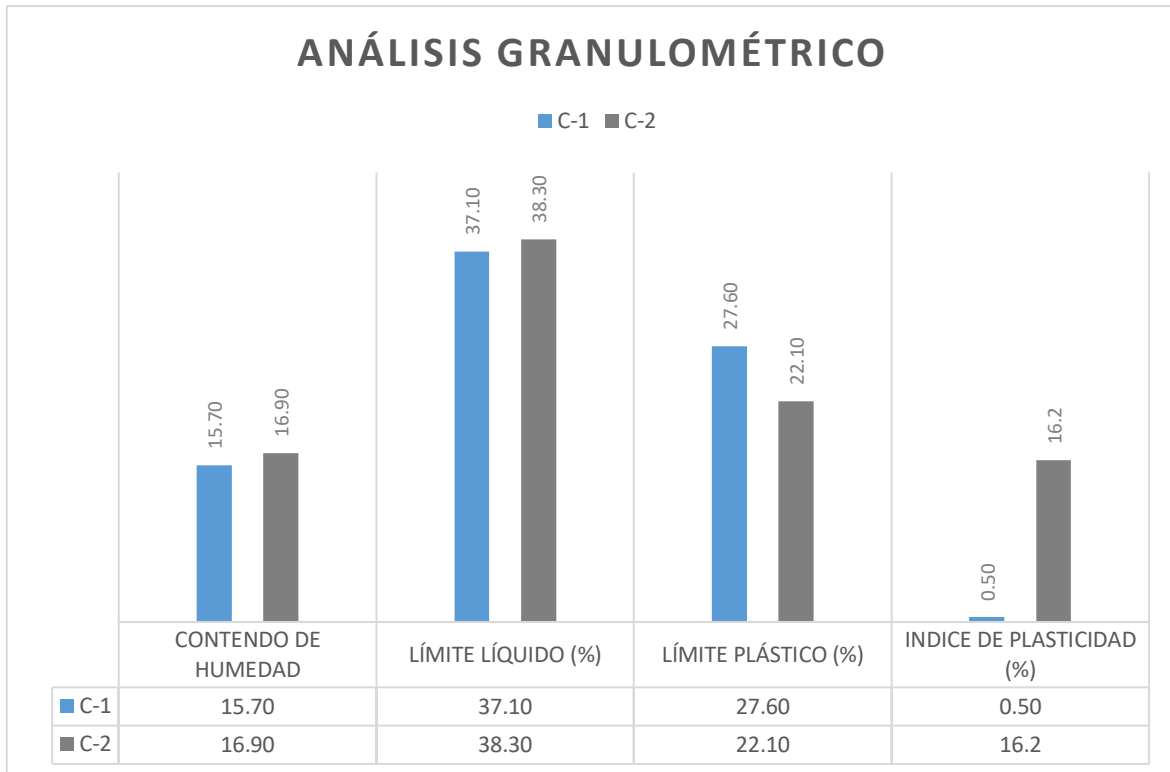


Figura 11. Análisis granulométrico de las muestras según calicatas exploradas.

Interpretación

Tal como se observa en los resultados obtenidos en el Laboratorio, El contenido de humedad se encuentra en el promedio del 16.30% de las muestras tomadas en las calicatas C-1 y C-2, lo cual indica que no presenta condiciones de humedad excesivas, ocasionadas por lluvias.

Cuando ésta se encuentra bajo condiciones de humedad excesiva debido a las lluvias. El problema es tratar de mantener los terrenos con la humedad necesaria, esto es, tratar de que los suelos sean poco plásticos. Las arcillas como tienen mucha capilaridad llevan la humedad a la superficie.

O2- La determinación de la óptima humedad y la máxima densidad seca de la subrasante con y sin adición de ceniza de eucalipto se desarrollará a través del ensayo de próctor modificado que se detalla a continuación en las tablas 15 y 16.

PROCTOR MODIFICADO – MUESTRA NATURAL NTP 339.141 / ASTM D-1557

Tabla 15. PRÓCTOR MODIFICADO (0%)

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11055	11339	11398	11244
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4353	4637	4696	4542
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.053	2.187	2.215	2.142
Densidad seca (gr/cm ³)	1.960	2.040	2.031	1.929

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	572.0	513.3	643.3	623.6
Tara + suelo seco (gr)	550.0	483.5	595.1	569.7
Peso del agua (gr)	22.0	29.8	48.2	53.9
Peso de tara (gr)	90.1	70.5	62.8	82.1
Peso suelo seco (gr)	459.9	413.0	532.3	487.6
Contenido de humedad (%)	4.8	7.2	9.1	11.1
Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.046		(gr/cm³)	
Optimo Contenido Humedad (%)	8.0		(%)	

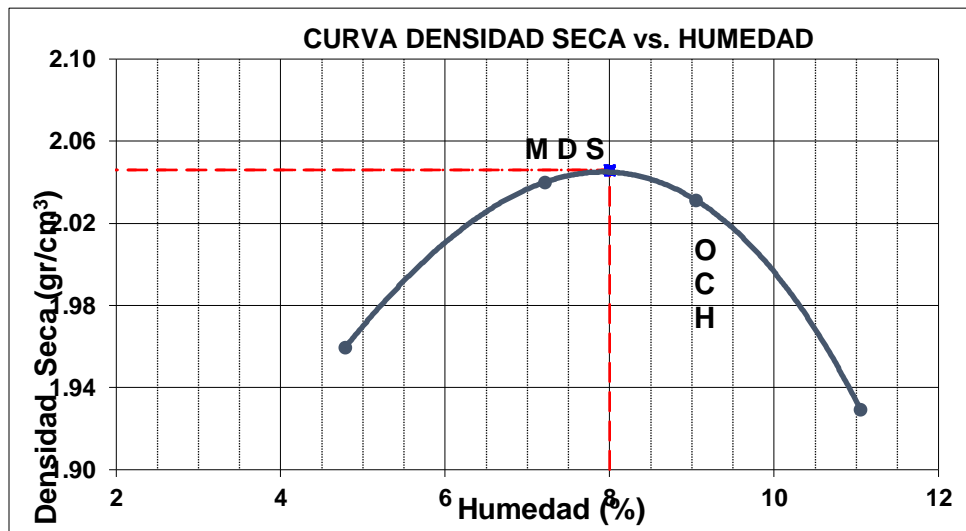


Figura 12. Curva densidad seca vs humedad

Tabla 16 PRÓCTOR MODIFICADO (2.5%)

COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11026	11317	11414	11298
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4324	4615	4712	4596
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.040	2.177	2.223	2.168
Densidad seca (gr/cm ³)	1.939	2.026	2.026	1.947

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	496.2	515.3	536.0	538.0
Tara + suelo seco (gr)	473.9	482.6	492.6	488.5
Peso del agua (gr)	22.3	32.7	43.4	49.5
Peso de tara (gr)	46.2	44.2	45.6	52.3
Peso suelo seco (gr)	427.7	438.4	447.0	436.2
Contenido de humedad (%)	5.2	7.5	9.7	11.3

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad (%)

2.040 (gr/cm³)
8.7 (%)

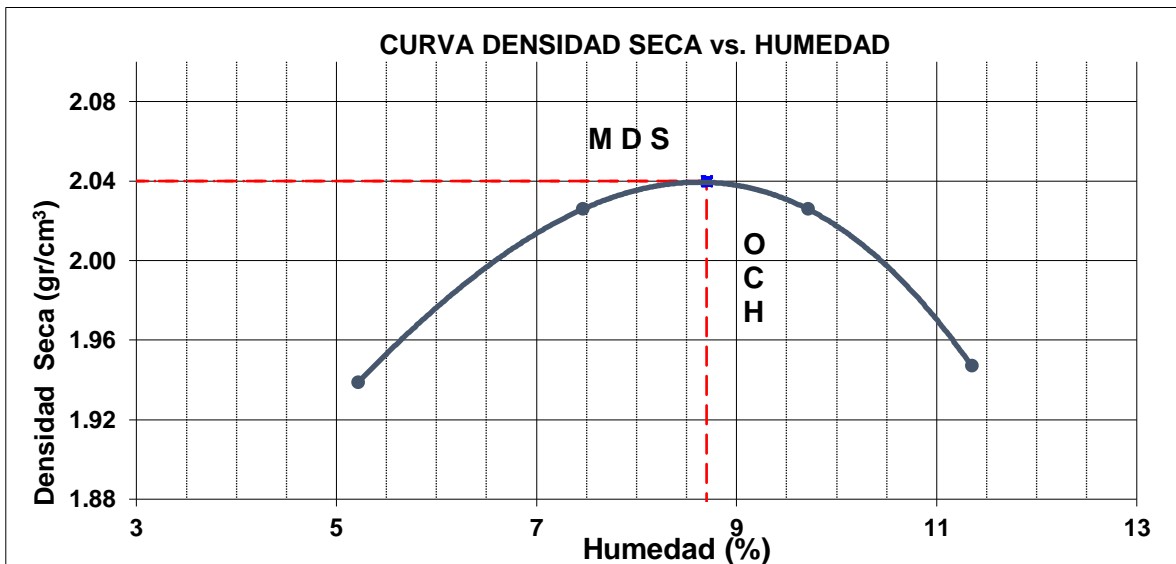


Tabla 18 PRÓCTOR MODIFICADO (10%)

COMPACTACIÓN

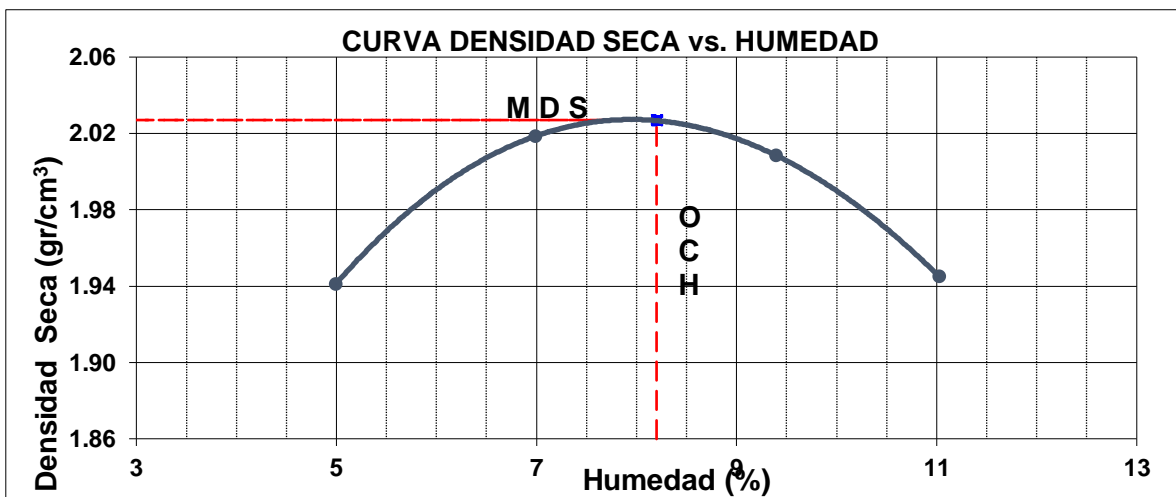
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11022	11280	11360	11280
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4320	4578	4658	4578
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.038	2.159	2.197	2.159
Densidad seca (gr/cm ³)	1.941	2.018	2.009	1.945

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	574.2	513.9	628.2	646.0
Tara + suelo seco (gr)	549.6	485.0	580.3	590.0
Peso del agua (gr)	24.6	28.9	47.9	56.0
Peso de tara (gr)	56.6	71.2	70.2	82.1
Peso suelo seco (gr)	493.0	413.8	510.1	507.9
Contenido de humedad (%)	5.0	7.0	9.4	11.0

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%)

2.027 (gr/cm³)
 8.2 (%)



03. Para el porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020, se procederá halla la calidad de soporte del suelo natural y delos adicionados a través del ensayo de CBR. De norma NTP 339.145 / ASTM D-1883

Tabla 19 RESULTADOS DEL CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 0%)

COMPACTACIÓN						
Nº molde	A-2		E-5		C-3	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12615	12760	12605	12751	12662	12866
Peso del Molde (gr)	7906	7906	8081	8081	8381	8381
Peso suelo compacto (gr)	4709	4854	4524	4670	4281	4485
Volumen del Molde (cm3)	2129	2170	2130	2173	2118	2165
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.212	2.237	2.124	2.149	2.021	2.071
Densidad seca (gr/cm3)	2.048	2.055	1.966	1.964	1.872	1.882

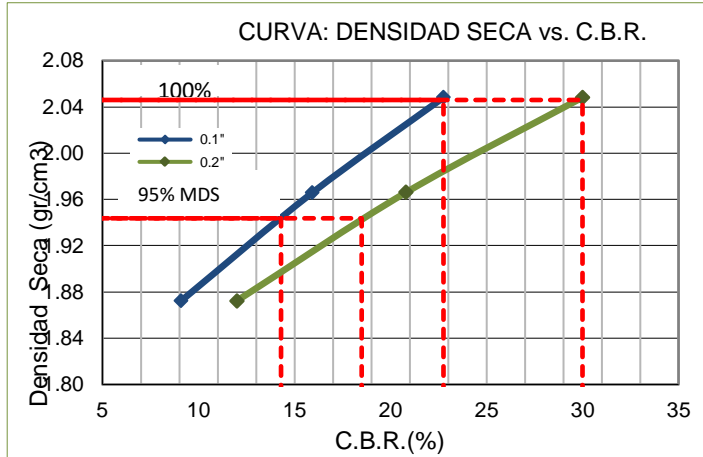
HUMEDAD						
Tara Nº	1	2	3	773	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	615.3	560.2	446.9	513.3	604.1	575.0
Tara + suelo seco (gr)	578.0	521.6	419.1	477.0	563.7	526.9
Peso del agua (gr)	37.3	38.6	27.8	36.3	40.4	48.1
Peso de tara (gr)	112.3	85.5	72.3	92.1	56.6	47.9
Peso suelo seco (gr)	465.7	436.1	346.8	384.9	507.1	479.0
Contenido de humedad (%)	8.0	8.9	8.0	9.4	8.0	10.0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/06/2021	0	8:06:00 a. m.	35	0.00	0.00	52	0.00	0.00	72	0.00	0.00
18/06/2021	24	8:07:00 a. m.	86	0.51	0.44	99	0.47	0.40	125	0.53	0.46
19/06/2021	48	8:05:00 a. m.	163	1.28	1.09	195	1.43	1.22	212	1.40	1.20
20/06/2021	72	8:06:00 a. m.	245	2.10	1.79	278	2.26	1.93	299	2.27	1.95
21/06/2021	96	8:04:00 a. m.	260	2.25	1.92	288	2.36	2.01	333	2.61	2.24

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg.)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-2		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	C-3			
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			
			Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)
			pulg2			pulg2			pulg2		pulg2	
0.000		0			0			0				
0.025		31.2			21.8			12.5				
0.050		71.6			50.1			28.6				
0.075		145.0			101.5			58.0				
0.100	1000	216.6	227.6	22.8	151.6	159.4	15.9	86.7	91.0	9.1		
0.125		282.7			197.9			113.1				
0.150		326.8			228.7			130.7				
0.175		367.2			257.0			146.9				
0.200	1500	409.4	450.0	30.0	286.6	312.0	20.8	163.8	180.0	12.0		
0.300		534.2			374.0			213.7				
0.400		615.0			430.5			246.0				
0.500		660.9			456.8			265.8				



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.046
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.0

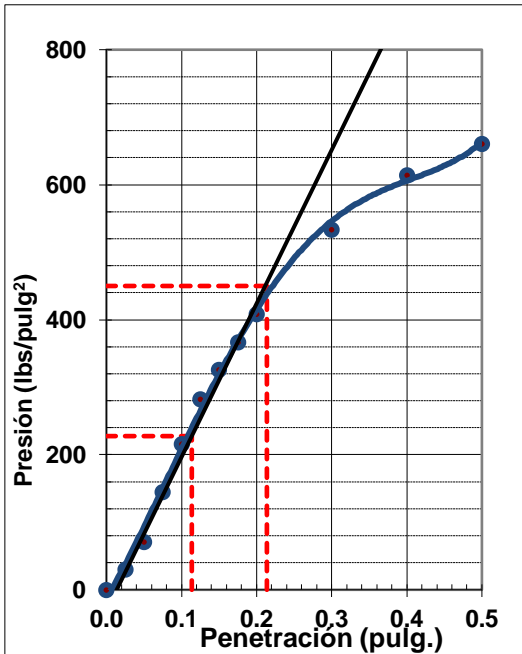
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.944

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	22.8	0.2"	30.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	14.3	0.2"	18.5

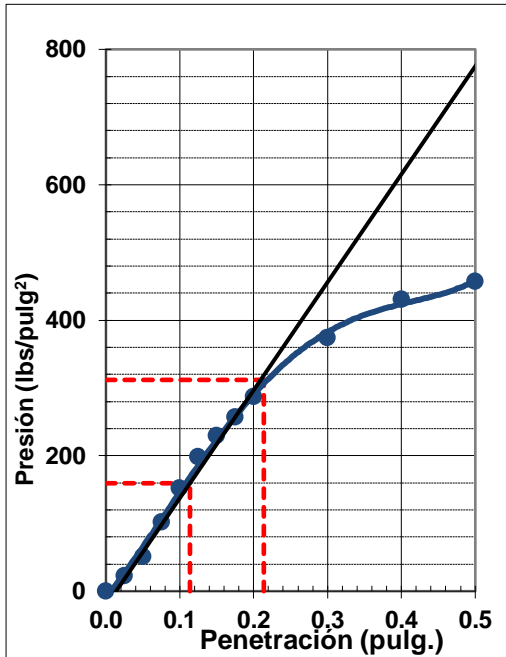
RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S.	0.1"	=	22.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	0.1"	=	14.3
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	0.2"	=	30.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	0.2"	=	18.5

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES

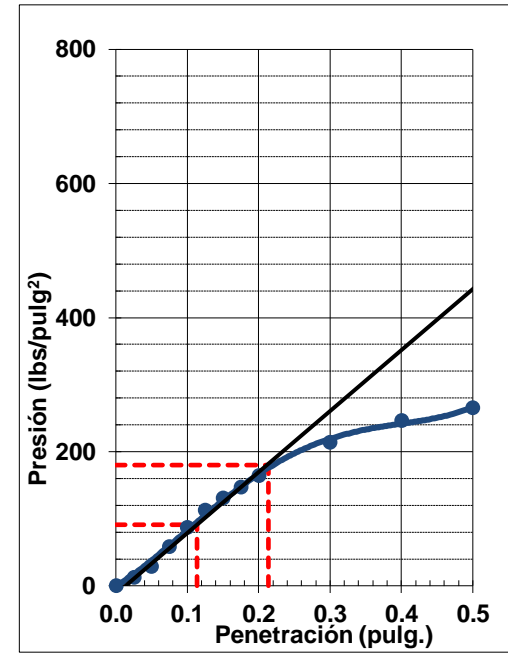


Tabla 20 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 2.5%)

COMPACTACIÓN

N.º molde	B-1		E-5		E-2	
	56		25		10	
N.º de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12548	12642	12641	12731	12165	12352
Peso del Molde (gr)	7796	7796	8081	8081	8040	8040
Peso suelo compacto (gr)	4752	4846	4560	4650	4125	4312
Volumen del Molde (cm3)	2144	2159	2130	2149	2038	2064
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.217	2.244	2.140	2.164	2.024	2.090
Densidad seca (gr/cm3)	2.040	2.051	1.970	1.969	1.863	1.894

HUMEDAD

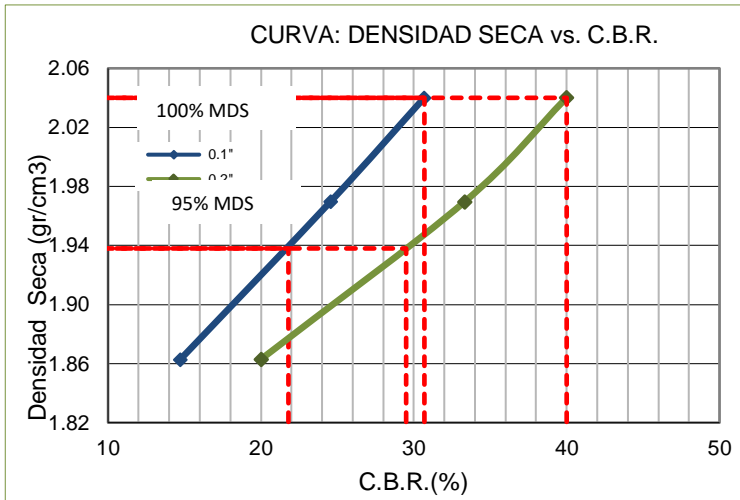
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	346.6	349.6	328.0	421.9	393.3	427.2
Tara + suelo seco (gr)	322.0	323.3	306.0	388.8	366.9	392.2
Peso del agua (gr)	24.6	26.3	22.0	33.1	26.4	35.0
Peso de tara (gr)	38.1	44.2	52.2	55.6	62.2	53.3
Peso suelo seco (gr)	283.9	279.1	253.8	333.2	304.7	338.9
Contenido de humedad (%)	8.7	9.4	8.7	9.9	8.7	10.3

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a. m.	36	0.00	0.00	36	0.00	0.00	36	0.00	0.00
27/06/2021	24	8:07:00 a. m.	52	0.16	0.14	68	0.32	0.27	92	0.56	0.50
28/06/2021	48	8:05:00 a. m.	75	0.39	0.33	95	0.59	0.50	132	0.96	0.86
29/06/2021	72	8:06:00 a. m.	119	0.83	0.71	130	0.94	0.80	170	1.34	1.20
30/06/2021	96	8:04:00 a. m.	122	0.86	0.73	136	1.00	0.85	178	1.42	1.27

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-1		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-2	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	CORRECCIÓN		CORRECCIÓN	
			Lb	CBR (%)					Lb	CBR (%)
			pulg2			pulg2			pulg2	
0.000		0			0			0		
0.025		31.2			25.0			15.0		
0.050		88.1			70.5			42.3		
0.075		156.0			124.8			74.9		
0.100	1000	232.2	307.0	30.7	185.8	245.6	24.6	111.5	147.3	14.7
0.125		318.5			254.8			152.9		
0.150		401.1			320.9			192.5		
0.175		468.1			374.5			224.7		
0.200	1500	523.2	600.0	40.0	418.6	500.0	33.3	251.1	300.0	20.0
0.300		712.3			569.8			341.9		
0.400		815.1			652.1			391.3		
0.500		886.7			709.4			425.6		



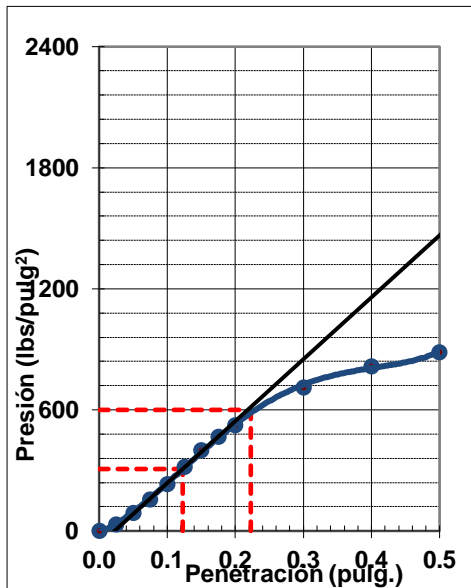
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : **2.040**
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : **8.7**
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : **1.938**

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" :	30.7	0.2" :	40.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" :	21.8	0.2" :	29.5

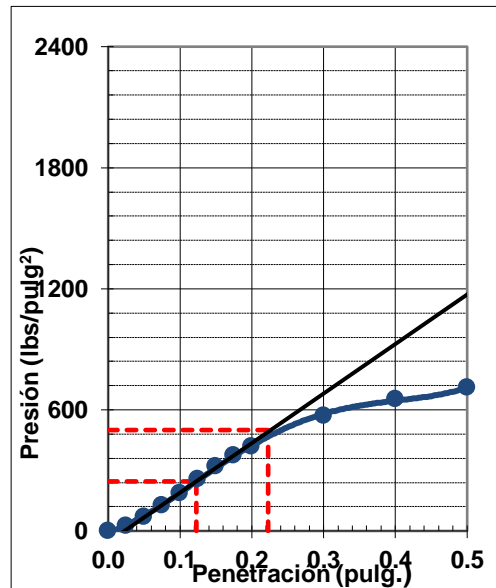
RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = **30.7**
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = **21.8**
C.B.R. al 100% de la M.D.S 0.2" = **40.0**
C.B.R. al 95% de la M.D.S 0.2" = **29.5**

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES

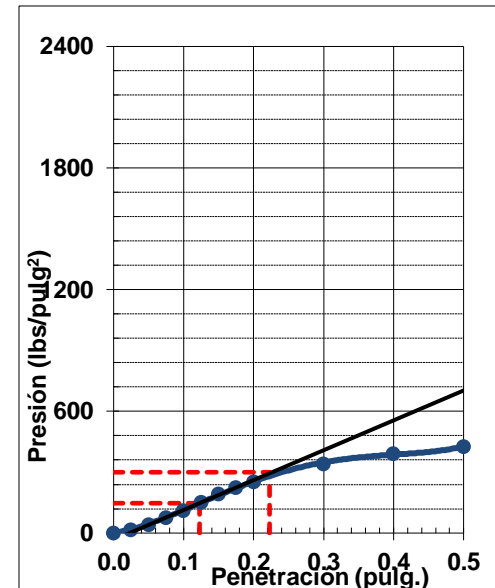


Tabla 21 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 5%)

COMPACTACIÓN

Nº molde	C-4		A-2		A-1	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	13215	13295	12385	12482	11955	12155
Peso del Molde (gr)	8515	8515	7906	7906	7700	7700
Peso suelo compacto (gr)	4700	4780	4479	4576	4255	4455
Volumen del Molde (cm3)	2127	2138	2129	2142	2136	2159
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.210	2.236	2.104	2.136	1.992	2.064
Densidad seca (gr/cm3)	2.037	2.050	1.937	1.951	1.836	1.876

HUMEDAD

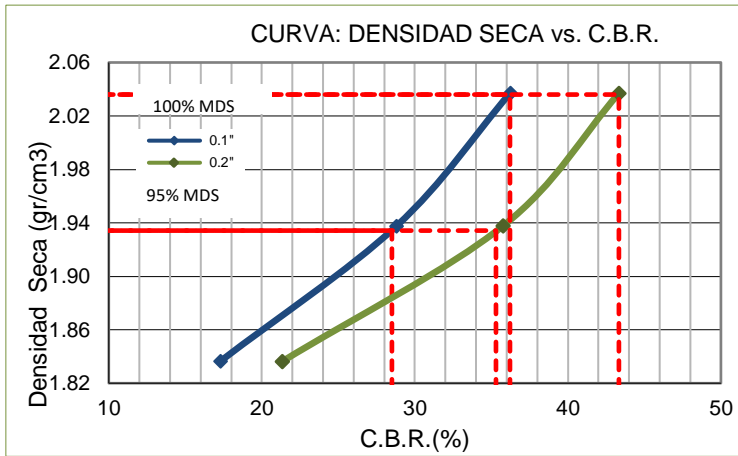
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	347.0	383.0	354.6	526.6	431.6	558.5
Tara + suelo seco (gr)	324.0	355.6	330.8	488.9	402.2	512.2
Peso del agua (gr)	23.0	27.4	23.8	37.7	29.4	46.3
Peso de tara (gr)	52.8	53.3	54.2	92.1	55.2	50.1
Peso suelo seco (gr)	271.2	302.3	276.6	396.8	347.0	462.1
Contenido de humedad (%)	8.5	9.1	8.6	9.5	8.5	10.0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a. m.	15	0.00	0.00	16	0.00	0.00	10	0.00	0.00
27/06/2021	24	8:07:00 a. m.	32	0.17	0.15	44	0.28	0.24	55	0.45	0.39
28/06/2021	48	8:05:00 a. m.	51	0.36	0.31	62	0.46	0.39	75	0.65	0.56
29/06/2021	72	8:06:00 a. m.	71	0.56	0.48	85	0.69	0.59	96	0.86	0.74
30/06/2021	96	8:04:00 a. m.	73	0.58	0.50	90	0.74	0.63	132	1.22	1.04

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	C-4		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-2		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-1			
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN N	CBR (%)		CORRECCIÓN			
			Lb pulg 2	CBR (%)					Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg 2	CBR (%)
0.000		0			0			0				
0.025		38.8			32.3			19.4				
0.050		114.6			95.5			57.3				
0.075		211.5			176.2			105.7				
0.100	1000	310.2	362.1	36.2	258.5	287.8	28.8	155.1	172.7	17.3		
0.125		397.4			331.2			198.7				
0.150		467.0			389.2			233.5				
0.175		528.7			440.6			264.4				
0.200	1500	572.8	650.0	43.3	477.3	536.0	35.7	286.4	320.0	21.3		
0.300		722.6			602.2			361.3				
0.400		854.8			712.3			427.4				
0.500		988.7			823.9			494.4				



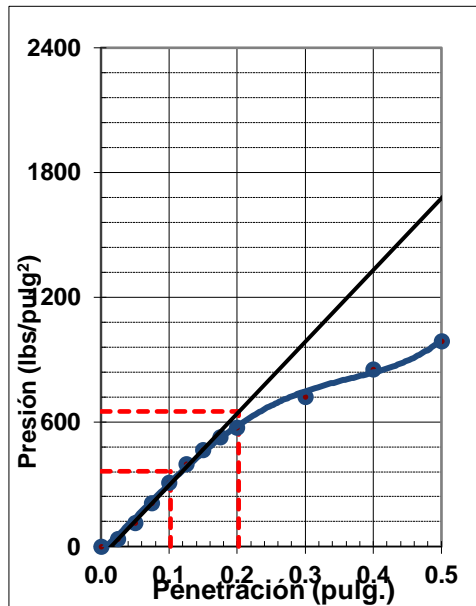
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.036
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.5
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.934

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" :	36.2	0.2" :	43.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" :	28.5	0.2" :	35.3

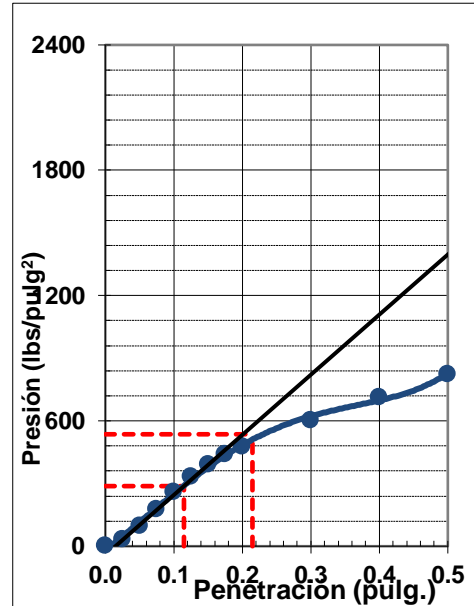
RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 36.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 28.5
C.B.R. al 100% de la M.D.S 0.2" = 43.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S 0.2" = 35.3

EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES

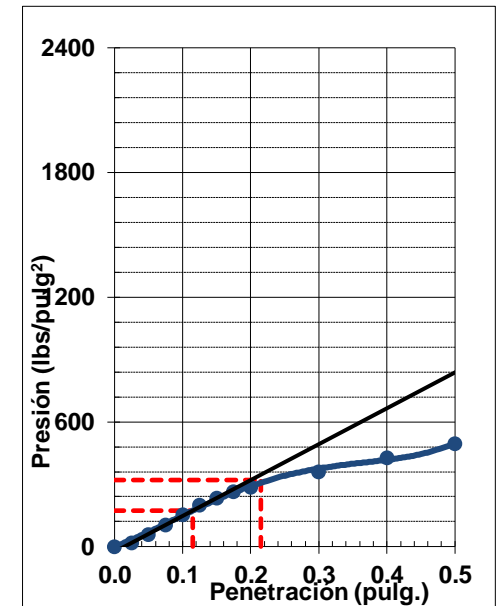


Tabla 22 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR 10%)

COMPACTACIÓN

Nº molde	A-6		A-6		B-2	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12488	12592	12326	12362	11975	12112
Peso del Molde (gr)	7792	7792	7792	7792	7741	7741
Peso suelo compacto (gr)	4696	4800	4534	4570	4234	4371
Volumen del Molde (cm3)	2142	2152	2142	2154	2140	2155
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.193	2.231	2.117	2.122	1.979	2.028
Densidad seca (gr/cm3)	2.027	2.048	1.957	1.938	1.827	1.851

HUMEDAD

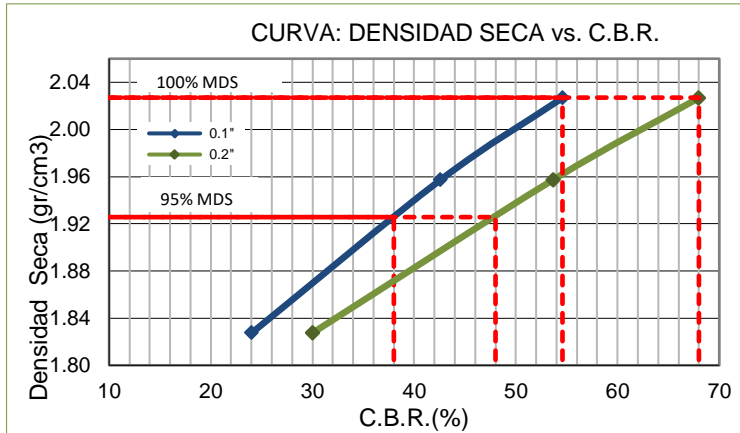
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	350.8	455.6	276.9	458.8	430.8	469.0
Tara + suelo seco (gr)	328.0	422.6	260.0	423.6	402.2	432.3
Peso del agua (gr)	22.8	33.0	16.9	35.2	28.6	36.7
Peso de tara (gr)	49.5	52.6	52.9	53.3	56.6	50.2
Peso suelo seco (gr)	278.5	370.0	207.1	370.3	345.6	382.1
Contenido de humedad (%)	8.2	8.9	8.2	9.5	8.3	9.6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a.m.	34	0.00	0.00	20	0.00	0.00	19	0.00	0.00
27/06/2021	24	8:07:00 a.m.	45	0.11	0.09	42	0.22	0.19	55	0.36	0.31
28/06/2021	48	8:05:00 a.m.	55	0.21	0.18	60	0.40	0.34	75	0.56	0.48
29/06/2021	72	8:06:00 a.m.	77	0.43	0.37	75	0.55	0.47	95	0.76	0.65
30/06/2021	96	8:04:00 a.m.	90	0.56	0.48	85	0.65	0.56	102	0.83	0.71

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-2	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		51.1			90.3			22.5		
0.050		165.7			208.6			72.9		
0.075		345.4			303.3			152.0		
0.100	1000	497.9	545.8	54.6	387.7	426.0	42.6	219.1	240.2	24.0
0.125		631.8			458.2			278.0		
0.150		747.3			525.0			328.8		
0.175		853.0			583.8			375.3		
0.200	1500	934.1	1020.0	68.0	643.3	805.0	53.7	411.0	450.0	30.0
0.300		1244.3			826.9			547.5		
0.400		1409.9			970.8			620.4		
0.500		1517.4			1110.3			667.7		



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.027
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.926

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" :	54.6	0.2" :	68.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" :	38.0	0.2" :	48.0

RESULTADOS:

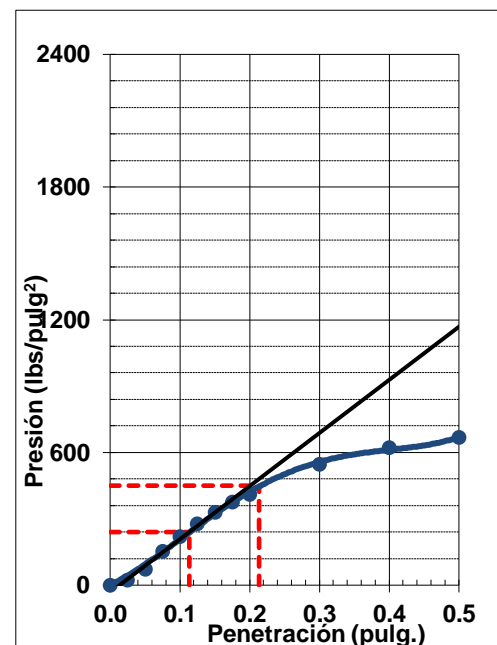
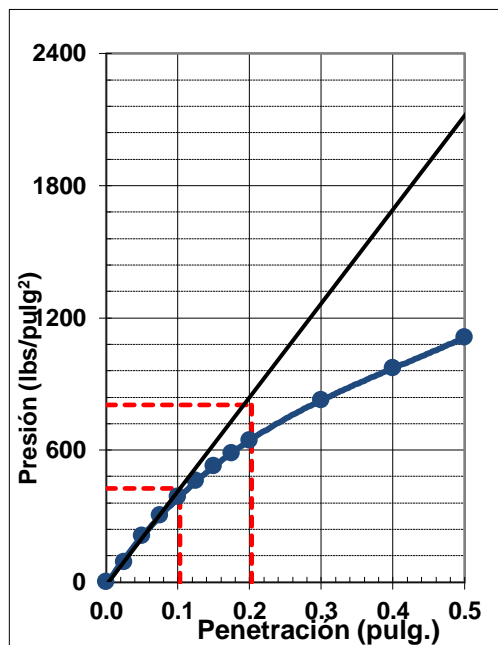
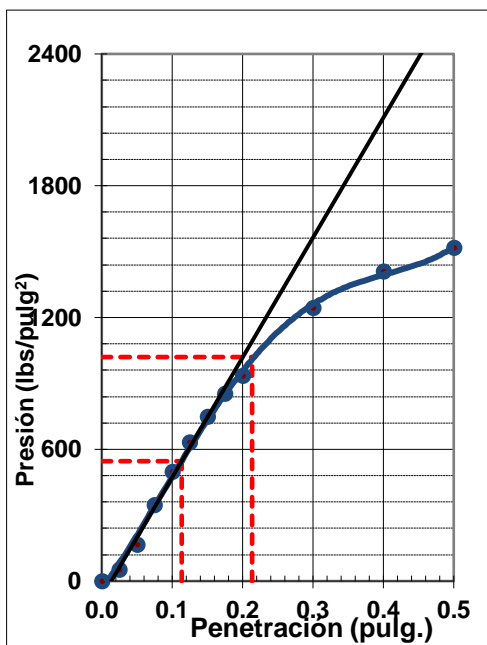
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 54.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 38.0

C.B.R. al 100% de la M.D.S 0.2" = 68.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S 0.2" = 48.0

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



Resumen de CBR obtenidos

En la siguiente tabla 23 se equilibra los valores de subrasantes definidos por categoría, establecidos en el Manual de Suelos, Geotecnia y pavimentos del MTC.

Tabla 23. Valor definido de la categoría de la sub rasante.

Categoría de la sub rasante	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3 %
S1: Sub rasante insuficiente de	CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
S2: Sub rasante regular de	CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
S3: Sub rasante buena de	CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
S4: Sub rasante muy buena de	CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
S5: Sub rasante excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Manual de carreteras R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14.

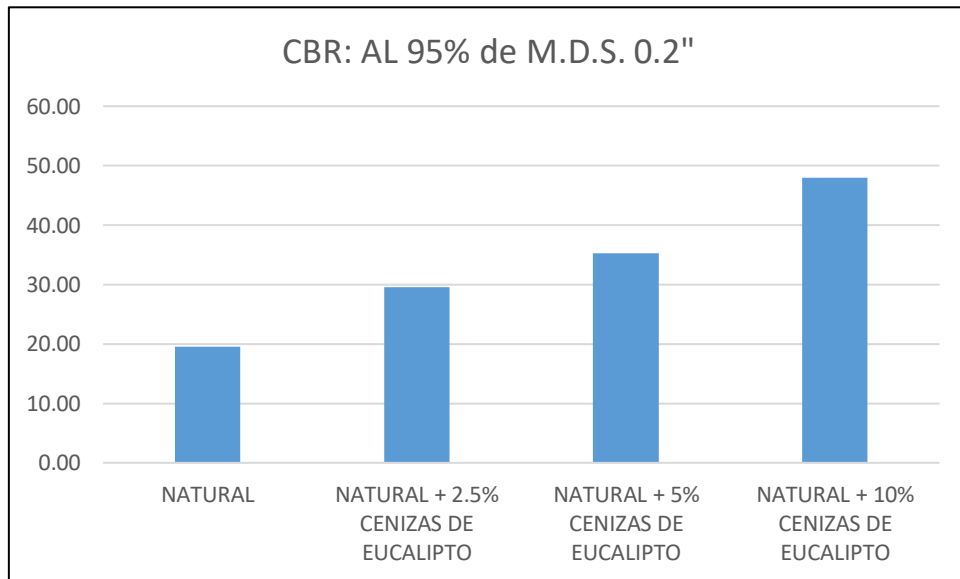
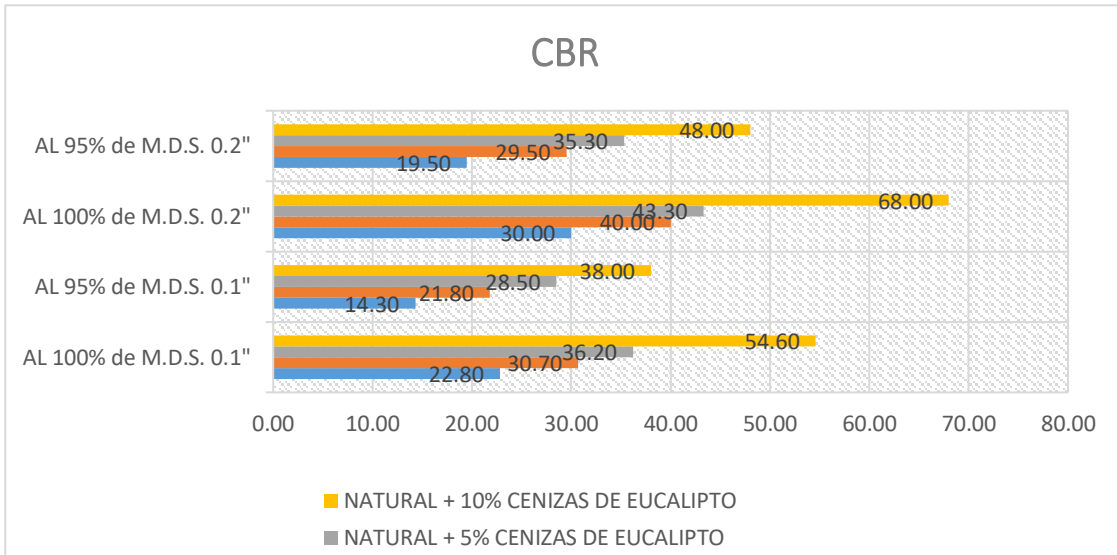
Enfocándonos en los resultados para la definición de categoría encontradas en las muestras extraídas de la carretera Colcabamba-Apurímac Presentamos los resultados en la tabla 24.

Tabla 24. Valores de CBR de nuestra natural y adicionadas con Cenizas

MUESTRA	NATURAL	NATURAL + 2.5% CENIZAS DE EUCALIPTO	NATURAL + 5% CENIZAS DE EUCALIPTO	NATURAL + 10% CENIZAS DE EUCALIPTO
AL 100% de M.D.S. 0.1"	22.80	30.70	36.20	54.60
AL 95% de M.D.S. 0.1"	14.30	21.80	28.50	38.00
AL 100% de M.D.S. 0.2"	30.00	40.00	43.30	68.00
AL 95% de M.D.S. 0.2"	19.50	29.50	35.30	48.00
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.046	2.04	2.036	2.027
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.00	8.70	8.50	8.20
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.944	1.938	1.934	1.926

Fuente: elaboración propia

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000



Desarrollo 3

Se determinar cuál es el esfuerzo cortante de la subrasante con adición de ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.

Tabla 25 Resultado de esfuerzo cortante

Calicata: C-2

Progresiva: 9+700

Clasificación SUCS muestra: GS

Coordenadas: E: 689403.74 N: 8450294.17

Prof. (m): 1.5

JERZO NORMAL = 0,5 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.00	0.0000
0.25	0.1358
0.50	0.1555
0.75	0.1753
1.00	0.1753
1.25	0.1950
1.50	0.1950
1.75	0.1950
2.00	0.2148
2.25	0.2148
2.50	0.2148
2.75	0.2345
3.00	0.2345
3.25	0.2345
3.50	0.2345
3.75	0.2543
4.00	0.2543
4.25	0.2543
4.50	0.2543
4.75	0.2543
5.00	0.2543
5.25	0.2740
5.50	0.2740
5.75	0.2740
6.00	0.2740
6.25	0.2740
6.50	0.2740
6.75	0.2938
7.00	0.2938
7.25	0.2938
7.50	0.2938
7.75	0.2938
8.00	0.2938
8.25	0.2938
8.50	0.2938
8.75	0.2938
9.00	0.2938
9.25	0.2938
9.50	0.3135
9.75	0.3135
10.00	0.3135

ESFUERZO NORMAL = 1 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.00	0.0000
0.25	0.1415
0.50	0.1788
0.75	0.2036
1.00	0.2285
1.25	0.2533
1.50	0.2782
1.75	0.2906
2.00	0.3030
2.25	0.3279
2.50	0.3403
2.75	0.3527
3.00	0.3652
3.25	0.3776
3.50	0.3900
3.75	0.4024
4.00	0.4024
4.25	0.4149
4.50	0.4273
4.75	0.4273
5.00	0.4397
5.25	0.4521
5.50	0.4521
5.75	0.4646
6.00	0.4646
6.25	0.4770
6.50	0.4770
6.75	0.4894
7.00	0.4894
7.25	0.5018
7.50	0.5018
7.75	0.5143
8.00	0.5143
8.25	0.5267
8.50	0.5267
8.75	0.5267
9.00	0.5391
9.25	0.5391
9.50	0.5391
9.75	0.5516
10.00	0.5516

ESFUERZO NORMAL = 2 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0.00	0.0000
0.25	0.2185
0.50	0.3192
0.75	0.3852
1.00	0.4343
1.25	0.4833
1.50	0.5324
1.75	0.5569
2.00	0.5815
2.25	0.6305
2.50	0.6543
2.75	0.6796
3.00	0.7041
3.25	0.7189
3.50	0.7374
3.75	0.7558
4.00	0.7777
4.25	0.7928
4.50	0.8112
4.75	0.8268
5.00	0.8482
5.25	0.8666
5.50	0.8851
5.75	0.8943
6.00	0.9036
6.25	0.9128
6.50	0.9249
6.75	0.9313
7.00	0.9494
7.25	0.9682
7.50	0.9739
7.75	0.9866
8.00	0.9985
8.25	1.0143
8.50	1.0236
8.75	1.0328
9.00	1.0420
9.25	1.0513
9.50	1.0605
9.75	1.0697
10.00	1.0790

Tabla 26 Datos de esfuerzo cortante

Calicata: C-2

Progresiva: 9+700

Clasificación SUCS muestra: GS

Prof. (m): 1.5

Coordenadas: E: 689403.74 N: 8450294.17

	DATOS INICIAL DEL ESPÉCIMEN 1	DATOS INICIAL DEL ESPÉCIMEN 2	DATOS INICIAL DEL ESPÉCIMEN 3
Lado	: 100.00 mm	100.00 mm	100.00 mm
Área	: 10000 mm ²	10000 mm ²	10000 mm ²
Altura	: 20.00 mm	20.00 mm	20.00 mm
Densidad húmeda	: 1.650 gr/cm ³	1.650 gr/cm ³	1.650 gr/cm ³
Densidad seca	: 1.434 gr/cm ³	1.435 gr/cm ³	1.422 gr/cm ³
Humedad	: 15.10 %	15.02 %	16.03 %
Estado	: Remoldeado (Matrial< N°4)	Remoldeado (Matrial< N°4)	Remoldeado (Matrial< N°4)
Condición	: Sumergido	Sumergido	Sumergido
	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL
Carga total	: 5 kg	10 kg	20 kg
Esfuerzo de corte normal	: 0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	2 kg/cm ²
	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN
Altura final de consolidación	: 17.388 mm	16.600 mm	16.108 mm

	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE
Velocidad de corte	: 0.41 mm/min	0.42 mm/min	0.43 mm/min
Altura final	: 16.912 mm	15.524 mm	15.524 mm
Humedad final	: 31.85 %	30.01 %	29.54 %
Densidad húmeda final	: 2.235 gr/cm ³	2.403 gr/cm ³	2.373 gr/cm ³
Densidad seca final	: 1.695 gr/cm ³	1.848 gr/cm ³	1.832 gr/cm ³
Esfuerzo de corte máximo	: 0.3135 kg/cm ²	0.5516 kg/cm ²	1.0790 kg/cm ²
Clasificación SUCS de muestra global	GC		

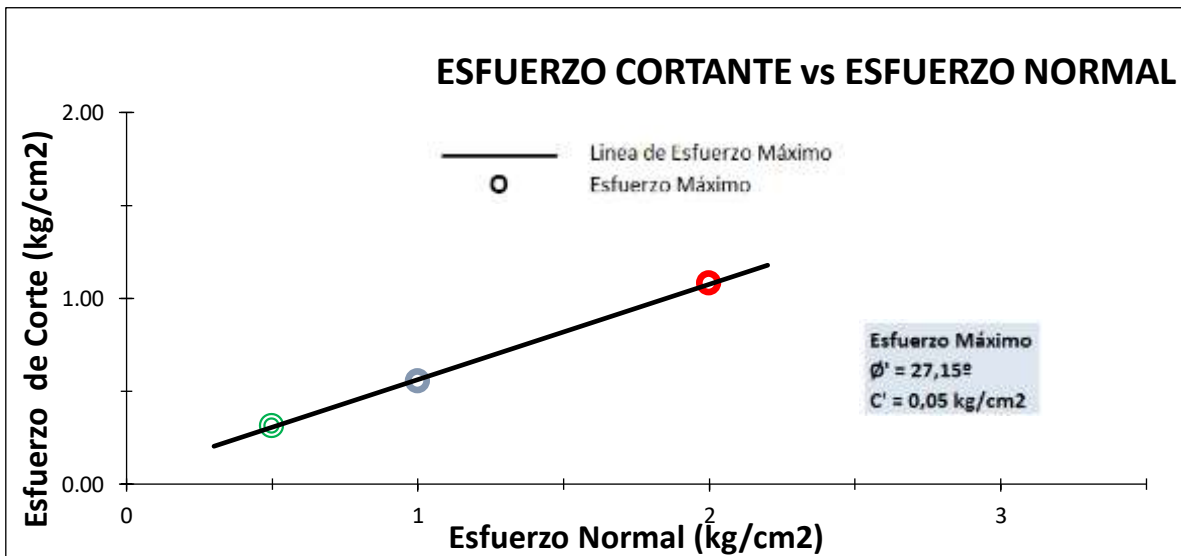
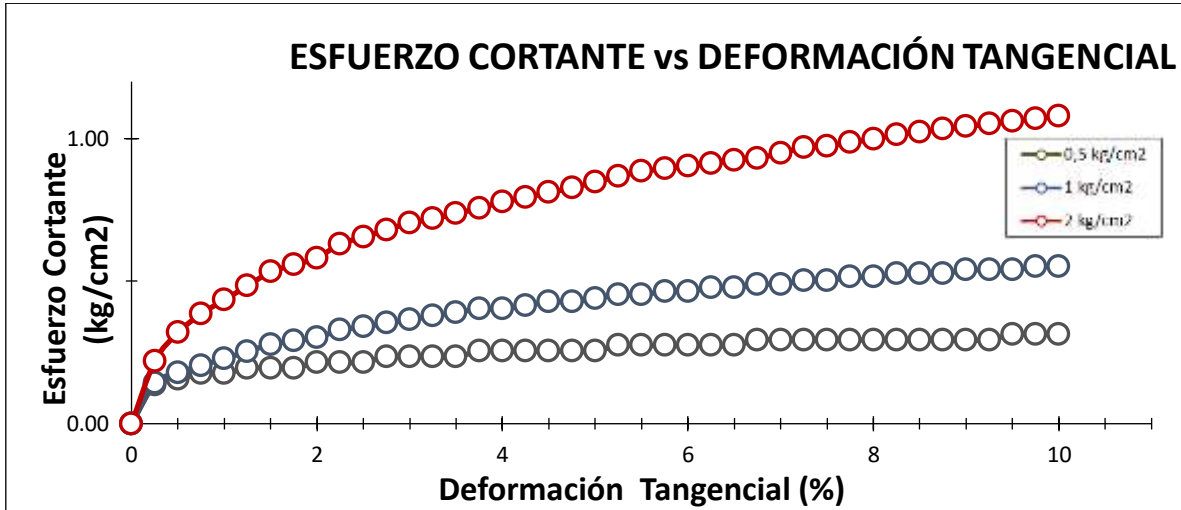
Calicata: C-2

Progresiva: 9+700

Clasificación SUCS muestra: GS

Prof. (m): 1.5

Coordenadas: E: 689403.74 N: 8450294.17



















4.5 Calculo de espesor de vía

4.5.1 Registro de la Ingeniería básica (IMDA) El registro de flujo de vehículos, para el estudio de tráfico, en la determinación del grado de estabilización a tomar por la influencia del paso automotriz.

TRAMO	hacapampa- colcabam	Factor de correccion estacional	Tiempo (años):
Mez de control	Junio		Estudio de control -
AÑO de control	2021	Fe (liviano) 1.00519	Obra ejecutada
Peaje cerca	PICHIRHUA	Fe (pesado) 1.02666	4
SENTIDO	AMBOS		
Departamento	Apurímac		

Datos a llenar	
Datos calculados	
Datos de referenciado (es)	

DÍAS DE ESTUDIO DE CONTROL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	ERRAL Comb		2 E	>-3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>- 353	2T2	2T3	3T2	>-3T3	
																				
18/06/2021	IDA	4	5	2	0	3	0	0	0	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	2	3	1	0	1	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	6	8	3	0	4	0	0	0	5	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0
19/06/2021	IDA	2	2	1	0	1	0	0	0	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	3	4	2	0	2	0	0	0	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	5	6	3	0	3	0	0	0	6	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0
20/06/2021	IDA	3	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	4	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	7	3	2	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
21/06/2021	IDA	2	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	2	2	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	4	5	0	0	4	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
22/06/2021	IDA	3	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	2	1	0	1	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	5	3	0	1	3	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
23/06/2021	IDA	3	3	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	4	5	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24/06/2021	IDA	4	3	2	1	3	0	0	0	3	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0
	VUELTA	2	2	3	1	3	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	6	5	5	2	6	0	0	0	5	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0
IMDs	IDA	3.000	2.857	1.000	0.286	2.000	0.000	0.000	0.000	2.000	1.143	0.714	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	VUELTA	2.286	2.143	1.143	0.286	1.714	0.000	0.000	0.000	1.286	0.857	0.571	0.000	0.714	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TOTAL	5.286	5.000	2.143	0.571	3.714	0.000	0.000	0.000	3.286	2.000	1.286	0.000	1.714	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
IMDs	IDA	3.016	2.872	1.005	0.287	2.010	0.000	0.000	0.000	2.053	1.173	0.733	0.000	1.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	VUELTA	2.298	2.154	1.149	0.287	1.723	0.000	0.000	0.000	1.320	0.880	0.587	0.000	0.733	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	TOTAL	5.313	5.026	2.154	0.574	3.734	0.000	0.000	0.000	3.373	2.053	1.320	0.000	1.760	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
IMDs 2021	TOTAL	5.000	5.000	2.000	1.000	4.000	0.000	0.000	0.000	3.000	2.000	1.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

VARIABLES	SIMBOLO	VALOR
Carga de trafico vehicular	ESAL(W_{18})	157,232.33
Suelo Sub Rasante	CBR	48.00
	S5. EXTRAORDINARIA	
Modulo de resiliencia de la Sub Rasante $M_r = 2555 + CBR^{0.64}$, (PSI)	M_r	30435.840
Tipo de trafico	T_p	TP1
Numero de etapas c/u a 10-20 años de diseño	n	1
Nivel de confiabilidad	$R\%$	70
Coficiente estadistico de desviacion estándar normal	Z_R	-0.524
Desviacion estandar combinado	S_o	0.45
Indice de serviencialidad inicial según rango de trafico	P_i	3.80
Indice de serviencialidad final según rango de trafico	P_t	2.00
Diferencialidad de serviencialidad según rango de trafico	ΔPSI	1.80

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$



V. DISCUSIÓN

O1. Para la investigación desarrollada por Huancoillo (2017), sobre el mejorar un suelo arcilloso con ceniza volante y cal, para su uso como pavimento a nivel de afirmado planteo los efectos que se realizan luego de las pruebas ejecutadas, en la prueba de granulometría se verifica el tipo de suelo, situación de **acorde** a la solicitud de nuestra investigación, donde a través de los ensayos de granulometría, de contenido de humedad y de límites de consistencia se obtiene los resultados necesarios para determinar el tipo de suelo encontrado, en la calicata 1 un SM suelo areno-limosa con un índice de plasticidad de 9.5% que indica ser un suelo poco arcilloso; mientras en la calicata 2 su índice de plasticidad da 16.2% que describe a la muestra como GC grava arcillosa.

O2. Por otro lado, Terrones (2018), en su estudio sobre la estabilización de suelos arcillosos añadiendo ceniza de bagazo de caña para en la mejora de la subrasante, desarrollo la prueba de próctor modificada para la obtención de la densidad seca y el óptimo contenido de humedad donde verificó en la calicata C-3 la alteración de la densidad seca al variar la humedad de compactación, este resultado **coincide** con lo investigado en nuestro estudio donde el aporte de aumento de su máxima densidad se relaciona con el aumento de óptimo contenido de humedad, desde el estado natural hasta las adiciones del 2.5%, 5% y 10% de cenizas de eucalipto. Igualmente coincide con lo investigado por Gonzales (2014), quien fijo la viabilidad de estabilizar suelos cohesivos aplicando cenizas volantes y cal, obteniendo que a mayor cantidad de ceniza volante, es mayor la densidad seca.

O3. Para Parra (2018), en su estudio sobre la estabilidad de un suelo con cal y ceniza volante”, verifico que la estabilidad dependía de las proporciones de cada uno y ante la existencia de humedad esta tiende a aumentar su resistencia; mientras con la ceniza volante la aglomeración de sus partículas aumenta la capacidad de cohesión. Este estudio **coincide** con lo descrito dado que el aumento de las proporciones del 2.5%, 5% y 10% de cenizas de eucalipto, generan ese aporte de cohesión entre sus

componentes, aumentando su resistencia del orden natural del 19.50 hasta el 29.50%, 35.30% y 48.00%, respectivamente.

Asimismo, Gonzales (2014).al ejecutar el CBR en el ejemplar que tiene más cal el porcentaje es mayor debido a que se reduce su plasticidad soportando mayor esfuerzo al cortante, que concuerda con nuestro estudio de que el aumento progresivo hasta el 10% de ceniza de eucalipto, mejora la resistencia del suelo natural.

Mientras para Cabrera y Paredes (2018), usando carbón mineral en un 10% aumenta 13% el valor de CBR consiguiendo una rasante buena, y para Landa y Torres (2019), verificaron que aplicando Cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), mejoraron las condiciones mecánicas del suelo. Ambos estudios coincidentes con el aumento del 10% de cenizas de eucalipto en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, siendo aptos para su uso en pavimentaciones.

VI. CONCLUSIONES

O1. El uso de especificaciones detalladas para la clasificación de suelos como el SUCS y AASTHO, identifican claramente las características del suelo encontrado en las calicatas C-1 y C-2 de la carretera Colcabamba- Apurímac, siendo estas respectivamente de Arena Limosa (SM ó A-2-4(0)), y Grava Arcillosa (GC ó A-2-6(0)), en la calicata 1 esta presenta un índice de plasticidad de 0.50 que indica suelo exente de arcilla. Mientras la calicata 2 su IP es de 16.20, característico de suelos arcillosos. En cuanto a las cenizas de eucalipto estas deben ser tamizadas de manera que deben pasar la malla N°30 y retenidas en la malla N°200.

O2. Los ensayos de Proctor Modificado realizados en el laboratorio muestran un óptimo contenido de humedad del 8.20%, que permite al material adicionado con el 10% de ceniza de eucalipto, alcanzar el 95%de su máxima densidad de 1.926 gr/cm³. Generalmente mientras más pequeñas son las partículas el agua esta influirá en la compactación.

O3. Las muestras al 95% de la máxima densidad seca del suelo natural es de 1.944 gr/cm³ y adicionando el 2.5% de CE da 1.938, y con el 5% de CE ofrece el 1.934 gr/cm³ siendo del mejor resultado el de 10% de CE con un valor de 1.926 gr/cm³, concluyendo que al orden de adición del 10% de CE, mejora en un 40.6% la estabilización respecto del suelo natural, en la carreta Colcabamba-Apurímac.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades el uso de las cenizas de eucalipto para mejorar la estabilización del terreno natural, esta adición estaría al orden del 10%.
2. Se recomienda a los investigadores en el uso de esta adición de cenizas de eucalipto el controlar la calcinación del tallo del árbol de eucalipto, de manera que genere esas propiedades mecánicas que inciden en mejorar la estabilización de suelo arcilloso y arenoso.
3. Se recomienda a los futuros ingenieros civiles el desarrollar mayores investigaciones del uso de estas cenizas de eucalipto con el aumento de sus porcentajes, su flujo constructivo y efectos observados a largo plazo.

REFERENCIAS

- AHMARUZZAMAN, M. (2010). A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010(36), 327-363.
- ARIAS, Fidas. *Introducción a la metodología científica*, 6^{ta} Ed. Venezuela, 2014. ISBN: 980-07-8529-9.
- BARRIENTOS, Marianella (2016) *Metodología de Investigación*. Piura.
- CABRERA, José y PAREDES, Jery (2018) *Estabilización de suelos con cenizas de carbón mineral con fines de pavimentación en el centro poblado de cascajal izquierdo, Provincia de Santa – Ancash – 2018*. Chimbote.
- CAÑAR, Edwin (2017) *Análisis comparativo de la resistencia al corte u estabilización de suelo arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón*. Ecuador.
- CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES (2014). *Microzonificación sísmica del distrito de colcabmaba*.
- COBOS, Mario; ORTEGON, Carol y PERALTA, Juan (2019) *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café*. Colombia.
- COENEN, A. R., Titi, H.H. & Elias, M. B. (2010). Resilient Characteristics of Bottom Ash and Bottom Ash-soil Mixtures. *Journal of ASTM International*, 8(9), 1-15
- CONANMA (2016). *Geotecnia*. Andalucía, España: Asociación de Laboratorios Acreditados de Andalucía.
- DURÁN, G. (2016). *Mejoramiento de un Suelo Arcilloso con Ceniza de Madera: agregando valor a los residuos de la industria de ladrillos artesanales en el Perú*. En J. López (Presidencia), *Formando líderes innovadores con tecnología identificando nuevas oportunidades de crecimiento*. Simposio llevado a cabo en el XXI Congreso Internacional de Ingeniería y XIII Arquiforo “Visión 2016”, Lima, Perú.
- GONZALES, Ángel (2014) *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante*. Guatemala.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación, 6^{ta} Ed. Mc Graw-Hill. México 2010. ISBN 968-422-931-3.

HUANCOILLO, Yuniór (2017) Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno. Puno.

KERLINGER, Fred. Investigación del Comportamiento, 4ta Ed. California, 2014.

KUKKO, H. "Estabilización de arcilla con subproductos inorgánicos". "Revista de materiales en Ingeniería Civil 2018".

LANDA, Jackes y TORRES, Sergio (2019) Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Lima.

LOZADA, José (2015). Definición Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Ecuador.

MAMANI, Lux y YATACO, Alejandro (2017) Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Lima.

M.T.C. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Manual de Ensayo de Materiales.

MORALES, D. (2015). Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad de Medellín facultad de Ingeniería Civil, Medellín, Colombia.

PARRA, Manuel (2018) Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Colombia.

PÉREZ, R. (2015). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base. Universidad Nacional de Ingeniería facultad de Ingeniería Civil sección Posgrado, Lima, Perú.

P.U.C.P. Pontificia Universidad Católica del Perú (2014). Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

RICO A. Y CASTILLO M. (2014) El papel de la mecánica de suelos en el proyecto y construcción de las obras viales. Mérida.

SANJUAN, Miguel; ARGIZ, Cristina; MENEDEZ, Esperanza (2017). Evaluación de un nuevo constituyente del cemento Portland: Ceniza de Fondo Molida. Madrid.

SORIANO, C. (2012). Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A.

SWISSCONTACT (2014). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria.

TAM, Jorge; VERRA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo (2016) Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. Pensamiento y Acción 5:145 – 154.

TERRONES, Andrea (2018) Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018. Trujillo.

UMAÑA PEÑA, J. C. Síntesis de Zeolitas a partir de Cenizas Volantes de Centrales Termoeléctricas de Carbón. Tesis de Doctorado – Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, 2016.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica, 1era Ed. Lima 2014. ISBN: 978-612-302-878-7

WHITLOW, R. (2015). Fundamentos de Mecánica de suelos.

GONZALO M. AISSA Y PEDRO A. ARRÍA, Diseño de mezclas de suelo compactado para la construcción de terraplenes, revista EIA Enero 2007, CORDOBA ARGENTINA. ISSN: 24630950

ANEXO




Matriz de Operacionalización de variables

Título: “Diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020”.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente (X) Ceniza de Eucalipto	“La ceniza de fondo comprende el fragmento grueso de ceniza producida en la cama inferior y el cámara de deflagración primaria. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la deflagración de madera y carbón.” (Mamani 2017),	Se seleccionará la fibra para su ignición generando las cenizas de fondo y volantes, las cuales se adicionarán en porcentajes, esta adición deberá tener un PH alcalino para evitar el crecimiento de material orgánico la.	Proporción de dosificación de las cenizas	Granulometría del suelo	Razón
				Temperatura de calcinación de cenizas	
				Adición del 10%,15% y 20% de Cenizas de Fondo	
			Propiedades Químicas	PH > 7	
Variable Dependiente (Y) Diseño del paquete estructural del suelo	Construcción de sub-base y bases de carreteras, donde se utilizan especialmente materiales disponibles en el lugar de emplazamiento del proyecto, sobre lo que se aplican técnicas de mejoramiento de suelo con el objetivo de mejorar su comportamiento y reducir espesores de diseño, en cada una de las capas (Aissa y Arría, 2007).	Se procesaran las muestras del suelo natural y adicionado, con el hallazgo de sus propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades Físicas	Clasificación SUCS y AASTHO del suelo	Razón
				Contenido de humedad	
				Límites de Consistencia	
				Densidad Máxima Seca	
			Propiedades mecánicas	Próctor modificado	
				C.B.R.	

Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO Instrumento de recolección de datos


	FORMULARIO	Código	:	D-01																								
LABORATORIO GEOTÉCNICO	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión	:																									
		Fecha	:	-																								
		Página	:	2-3																								
		ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108																										
INFORME Nº	:																											
SOLICITANTE	:	Juárez Chipana Pedro Lino Malca Ríos Waldo Daniel																										
PROYECTO	:	"Diseño de Paquete Estructural incorporandole cenizas de Eucalipto para Mejorar las propiedades mecánicas del Suelo en carretera Colcabamba - Apurimac 2020"																										
UBICACIÓN	:	Apurimac																										
FECHA	:																											
DATOS DE LA MUESTRA																												
Cantera	:																											
Calicata	:																											
Muestra	:																											
Prof. (m)	:		Fecha de Recepción	:																								
Progresiva	:		Fecha de Ejecución	:																								
Coordenadas	:																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Recipiente Nº</th> <th style="width: 30%;">1</th> <th style="width: 30%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de suelo humedo + tar</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco + tara</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de tara</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de suelo seco</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Recipiente Nº	1	2	Peso de suelo humedo + tar	g		Peso de suelo seco + tara	g		Peso de tara	g		Peso de agua	g		Peso de suelo seco	g		Contenido de agua	%		Contenido de Humedad (%)		
Recipiente Nº	1	2																										
Peso de suelo humedo + tar	g																											
Peso de suelo seco + tara	g																											
Peso de tara	g																											
Peso de agua	g																											
Peso de suelo seco	g																											
Contenido de agua	%																											
Contenido de Humedad (%)																												
<p>Observacion : <i>El uso de esta información es exclusiva del solicitante</i></p> <p>Realizado por</p>																												
Sello y firma :  EMILIO RODRIGUEZ GONGORA INGENIERO CIVIL C.I.P. 53489	Sello y firma :  EFRAN VIDAL RODRIGUEZ FALCON INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 74002	Sello y firma :  WALTER JAVIER TANTA MINAYA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 226202																										
Experto N°1 (CIP) : 53489	Experto N°2 (CIP): 74002	Experto N°3 (CIP): 226202																										

LABORATORIO GEOTÉCNICO		FORMULARIO				Código	D-03	
		INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO				Revisión :		
INFORME Nº	:					Fecha	-	
SOLICITANTE	:	Juarez Chipana Pedro Lino				Página	3-3	
		Malca Ríos Waldo Daniel						
PROYECTO	:	"Diseño de Paquete Estructural incorporandole cenizas de Eucalipto para Mejorar las Propiedades mecánicas del Suelo en carretera Colcabamba - Apurímac 2020"						
UBICACIÓN	:	Apurímac						
FECHA	:							
Datos de la Muestra:								
Calicata	:					Fecha de Recepció	:	
Muestra	:					Fecha de Ejecucio	:	
Prof. (m)	:							
Progresiva	:							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107								
Peso Global (seco)	(g)							
Peso de Grava	(g)							
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)	% Grava [Nº 4 < f < 3"]			
					% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]			
					% Finos [< Nº 200]			
LIMITES DE CONSISTENCIA								
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05								
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05								
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05								
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05								
Humedad (%)								
CLASIFICACIÓN								
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05								
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04								
Descripción de la muestra : #REF!								
CURVA GRANULOMÉTRICA								
<p>El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'PORCENTAJE QUE PASA (%)' y el eje horizontal como 'ABERTURA MALLA (mm)'. La curva comienza en (0, 0) y permanece en 0% hasta una malla de 75 micras (0.075 mm), luego sube linealmente hasta alcanzar el 100% de material que pasa a través de una malla de 4.75 mm. Se marcan los puntos de malla 3/4", 1", 1.18", y 2" en el eje horizontal.</p>								
Observación :	El uso de esta información es exclusiva del solicitante							
Realizado por								
Equipos Usados								
- Bal-TAJ4001-Nº1								
- Hor-01-jch								
- Equipo de Casagrande ELE								
- Bal-SE402F-Nº2								
Sello y firma :	 EMILIO RODRIGUEZ GONGORA INGENIERO CIVIL C.I.P. 53489		Sello y firma :			 EFRAIN VIDAL RODRIGUEZ FALCON INGENIERO CIVIL REG. CIP Nº 74002		
						Sello y firma :		
						 WALTER JAVIER TANTA MIRAYA INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 226202		
Experto N°1 (CIP) : 53489	Experto N°2 (CIP) : 74002		Experto N°3 (CIP) : 226202					

ANEXO 5 Matriz de Consistencia

Título: “Diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de eucalipto en el diseño del paquete estructural para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020?	Evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de eucalipto en el diseño del paquete estructural para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020?	El diseño de paquete estructural incorporándole cenizas de eucalipto se relaciona de manera significativa para mejorar las propiedades mecánicas del suelo en carretera Colcabamba-Apurímac 2020.	Variable Independiente (X) Ceniza de Eucalipto	Para Mamani (2017), “La ceniza de fondo comprende el fragmento grueso de ceniza producida en la cama inferior y el cámara de deflagración primaria. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la deflagración de madera	Residuo orgánico producto de las ladrilleras artesanales, subdivididas en volantes y de fondo, diferenciadas en el diámetro de la partícula.	Proporción de dosificación de la cenizas Propiedades Químicas	Granulometría del suelo Temperatura de calcinación de cenizas Adición del 2.5%, 5% y 10% de Cenizas de PH > 7	Razón
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
¿Cuáles son las características del terreno natural, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?	Determinar las características del terreno natural, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020	El porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, se relaciona con la mejora de estabilización de la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.	Variable Dependiente (Y) Diseño del paquete estructural del suelo	Construcción de sub-base y bases de carreteras, donde se utilizan especialmente materiales disponibles en el lugar de emplazamiento del proyecto, sobre lo que se aplican técnicas de mejoramiento de suelo con el objetivo de mejorar su comportamiento y reducir espesores de diseño, en cada una de las capas (Aissa y Arría, 2007).	Proceso que tiene como objetivo la mejora de propiedades físicas y mecánicas, del suelo.	Propiedades Físicas	Clasificación SUCS y AASTHO del suelo	Razón
¿Cuál es la óptima humedad y la densidad máxima seca de terreno natural con y sin añadidura de ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?	Determinar cuál es la óptima humedad y densidad máxima seca de la subrasante con y sin añadidura de ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.	La óptima humedad y la máxima densidad seca, se relaciona de forma significativa destinando la ceniza de eucalipto en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.					Contenido de humedad	
¿Cuál es porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020?	Determinar cuál es porcentaje adecuado de incorporación de cenizas de eucalipto, en el diseño del paquete estructural del suelo, para mejorar su estabilización en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.	La resistencia del espécimen del suelo adicionado con ceniza de madera de eucalipto, se relacionan de manera significativa con el esfuerzo cortante de la subrasante en la carretera Colcabamba-Apurímac 2020.					Límites de Consistencia	
							Densidad Máxima Seca	
					Propiedades mecánicas	C.B.R.		
						Próctor modificado		

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-105
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
UBICACION : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC

Datos de la Muestra:

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof. (m) : 1.50
Progresiva : B+200
Coordenadas : E: 689379.65 ; N: 8450210.83
Fecha de Recepción : 14/06/2021
Fecha de Ejecución : 15/06/2021
Fecha de Emisión : 23/06/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 962,0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	100.0
2"	50.80	-	-	100.0
1 1/2"	38.10	-	-	100.0
1"	25.40	106.4	11.4	88.6
3/4"	19.05	8.6	1.0	99.0
3/8"	9.525	123.0	12.8	87.2
N° 4	4.750	96.7	10.1	89.9
N° 10	2.000	103.3	10.7	89.3
N° 20	0.840	82.8	8.6	91.4
N° 40	0.425	66.4	6.9	93.1
N° 60	0.250	58.1	6.0	94.0
N° 100	0.150	70.3	7.3	92.7
N° 200	0.075	18.5	1.9	98.1
-200		226.2	23.5	76.5

% Grava (NF 4 < F < 3")	35.3
% Arena (N° 200 < F < N° 4)	41.2
% Fines (< N° 200)	23.5
LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) (ASTM D4318-05)	37.1
Límite Plástico (%) (ASTM D4318-05)	27.6
Índice de Plasticidad (%) (ASTM D4318-05)	9.5
Contenido de Humedad ASTM D-2218-06	
Humedad (%)	15.7
CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUELOS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3287-04	A-3(4)
Descripción de la muestra:	ARENAL WOSA




Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Tco. JCH

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




 AVILA FRANCISCO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N°	: JCH 21-105
SOLICITANTE	: WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD	: -
PROYECTO	: DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACIÓN	: CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 14/06/21
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 15/06/21
Muestra	: -	Fecha de Emisión	: 23/06/21
Prof. (m)	: 1,50		
Progresiva	: 9+200		
Coordenadas	: E: 689379.65 ; N: 8450210.63		


Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	575,6	565,3
Peso de suelo seco + tara g	508,7	498,7
Peso de tara g	85,6	70,1
Peso de agua g	66,9	66,6
Peso de suelo seco g	423,1	428,6
Contenido de agua %	15,8	15,5
Contenido de Humedad (%)	15,7	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por : Tec. J.CH

Equipos Usados
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-jch



Francisco
FRANCISCO
VALLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-105
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RÍOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : 9+200
Coordenadas : E: 689379.65 ; N: 8450210.63
Fecha de Recepción : 14/06/21
Fecha de Ejecución : 15/06/21
Fecha de Emisión : 23/06/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
NUMERO DE GOLPES	32	24	17		
PESO DE LA LATA (gr)	12,81	10,02	11,63	13,71	12,63
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)	30,69	27,66	27,25	21,46	21,58
PESO LATA + SUELO SECO (g)	25,93	22,88	22,92	19,78	19,65
PESO AGUA (g)	4,76	4,78	4,33	1,68	1,93
PESO SUELO SECO (g)	13,12	12,96	11,29	6,07	7,02
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36,3	37,2	38,4	27,7	27,5



LÍMITE LÍQUIDO (%)	37,1
LÍMITE PLÁSTICO (%)	27,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9,5

Pasante de la malla N°40


Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Tec. J.CH

Equipos Usados

- Bal-SE402F-N°2
- Hcr-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE




 JAVIER FRANCISCO
 1ª LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-105
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACION : CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC

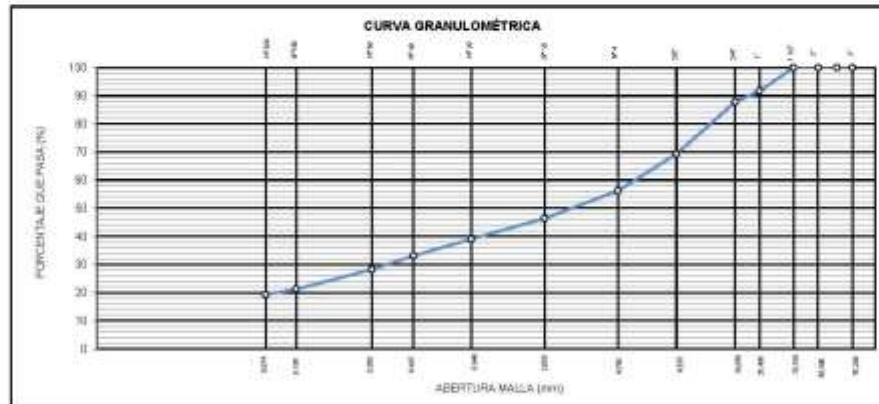
Datos de la Muestra:
Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : -
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : 9+700
Coordenadas : E: 688403.74 ; N: 8450284.17
Fecha de Recepción : 14/06/2021
Fecha de Ejecución : 15/06/2021
Fecha de Emisión : 23/06/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 1075.3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	--	--	100.0
2"	50.80	--	--	100.0
1 1/2"	38.10	--	--	100.0
1"	25.40	88.8	8.3	91.7
3/4"	19.05	41.8	3.9	97.8
3/8"	9.525	198.4	18.5	80.3
N° 4	4.750	141.1	13.1	86.2
N° 10	2.000	105.1	9.8	90.4
N° 20	0.840	80.1	7.4	92.6
N° 40	0.425	63.0	5.9	94.1
N° 60	0.250	52.8	4.9	95.1
N° 140	0.106	75.1	7.0	93.0
N° 200	0.074	20.5	1.9	98.1
-200		207.5	19.3	80.7

% Grava (NP 4 < F < 3")	43.8
% Arena (NP 300 < F < NP 4)	36.9
% Fines (< NP 200)	16.3
LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	38.3
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	22.1
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	16.2
Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	16.9
CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2857-05	GC
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3283-04	A-2-B(1)
Descripción de la muestra:	GRAVA ARCILLOSA




Observación: El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por: Tso. JCH

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




JAVIER FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193687

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° :	JCH 21-105
SOLICITANTE :	WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD :	-
PROYECTO :	DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACIÓN :	CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera :	-		
Calicata :	C-2		
Muestra :	-		
Prof. (m) :	1,50	Fecha de Recepción :	14/06/21
Progresiva :	9+700	Fecha de Ejecución :	15/06/21
Coordenadas :	E: 689403.74 ; N: 8450294.17	Fecha de Emisión :	23/06/21


Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	505,1	482,1
Peso de suelo seco + tara g	443,5	421,5
Peso de tara g	77,7	65,6
Peso de agua g	61,6	60,6
Peso de suelo seco g	365,8	355,9
Contenido de agua %	16,8	17,0
Contenido de Humedad (%)	16,9	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-jch



Francisco
FRANCISCO
DE LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-105
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RÍOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020

UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : -
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : 9+700
Coordenadas : E: 689403.74 ; N: 8450294.17

Fecha de Recepción : 14/06/21
Fecha de Ejecución : 15/06/21
Fecha de Emisión : 23/06/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
NÚMERO DE GOLPES	34	26	19		
PESO DE LA LATA (gr)	11,38	13,83	9,14	13,31	12,1
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)	28,64	28,88	25,81	22,22	20,89
PESO LATA + SUELO SECO (g)	24,00	24,71	21,20	20,61	19,30
PESO AGUA (g)	4,64	4,15	4,71	1,61	1,59
PESO SUELO SECO (g)	12,42	10,88	12,06	7,3	7,2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37,4	38,1	38,1	22,1	22,1



LÍMITE LÍQUIDO (%)	38,3
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	16,2


Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE



Francisco
FRANCISCO
 1ª LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021

Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 17/06/21

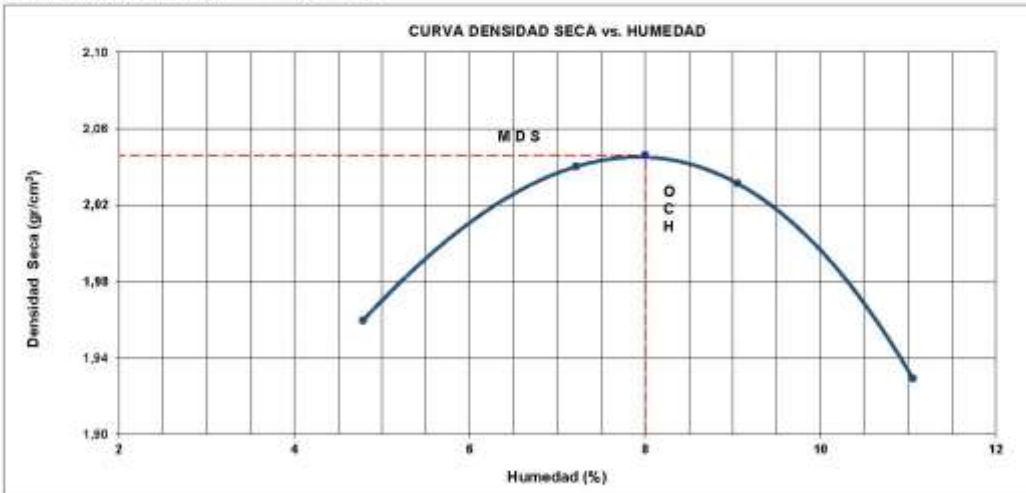
Calicata : Combinado Cantera : - Clasificación SUCS : -
 Muestra : Natural Progresiva : - Clasificación AASHTO : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

Peso específico : -
 Método : C

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11955	11339	11398	11244
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4353	4637	4696	4542
Volumen del Molde (cm ³)	2120,0	2120,0	2120,0	2120,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,053	2,187	2,215	2,142
Densidad seca (gr/cm ³)	1,960	2,040	2,031	1,929

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	372,0	313,3	643,3	623,6
Tara + suelo seco (gr)	350,0	483,5	595,1	599,7
Peso del agua (gr)	22,0	29,8	48,2	53,9
Peso de tara (gr)	90,1	70,5	62,8	82,1
Peso suelo seco (gr)	459,9	413,0	532,3	487,6
Contenido de humedad (%)	4,8	7,2	9,1	11,1

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,046 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%) : 8,0 (%)




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



José Olaya
 AVILA FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE GENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021

Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 17/06/21

Calicata : Combinado Cantera : - Clasificación SUCS : -
 Muestra : Natural Progresiva : - Clasificación AASHTO : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

MDS (gr/cm³) : 2,046
 OCH (%) : 8,0

COMPACTACIÓN

N° molde	A-2		E-5		C-3	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12615	12760	12605	12751	12662	12866
Peso del Molde (gr)	7905	7906	8081	8081	8381	8381
Peso suelo compacto (gr)	4709	4854	4524	4670	4281	4485
Volumen del Molde (cm ³)	2129	2170	2130	2173	2118	2185
Densidad Humada (gr/cm ³)	2.212	2.237	2.124	2.149	2.021	2.071
Densidad seca (gr/cm ³)	2.048	2.065	1.866	1.864	1.872	1.882

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	773	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	915,3	580,2	446,8	513,3	804,1	575,0
Tara + suelo seco (gr)	578,8	521,6	419,1	477,0	563,7	526,9
Peso del agua (gr)	37,3	38,5	27,8	36,3	40,4	48,1
Peso de tara (gr)	112,3	89,5	72,3	92,1	56,6	47,9
Peso suelo seco (gr)	465,7	436,1	346,8	384,9	507,1	479,0
Contenido de humedad (%)	8,0	8,9	8,0	9,4	8,0	10,0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/06/2021	0	8:06:00 a. m.	35	0,00	0,00	52	0,00	0,00	72	0,00	0,00
18/06/2021	24	8:07:00 a. m.	86	0,51	0,44	99	0,47	0,40	125	0,53	0,48
19/06/2021	48	8:05:00 a. m.	163	1,28	1,09	195	1,43	1,22	212	1,40	1,20
20/06/2021	72	8:06:00 a. m.	245	2,10	1,79	278	2,26	1,93	299	2,27	1,95
21/06/2021	96	8:04:00 a. m.	280	2,25	1,92	288	2,36	2,01	333	2,61	2,24

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-2		E-5		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-3	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)
0,000		0				0			
0,025		31,2				21,8			12,5
0,050		71,6				50,1			28,0
0,075		145,0				101,5			58,0
0,100	1000	216,6	227,6	22,8		151,8	159,4	15,9	86,7
0,125		282,7				197,9			113,1
0,150		326,8				229,7			130,7
0,175		367,2				257,0			146,9
0,200	1500	409,4	450,0	30,0		289,8	312,0	20,8	163,8
0,300		534,2				374,0			213,7
0,400		615,0				430,5			248,0
0,500		660,9				458,8			265,8


Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



Francisco
 FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193657

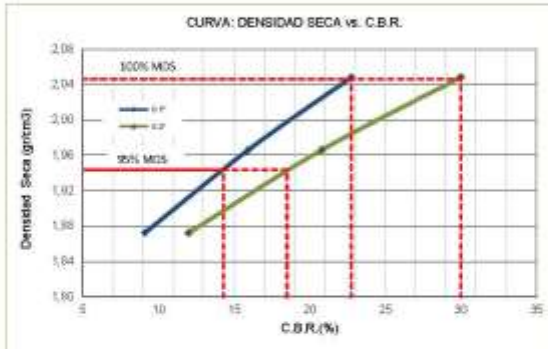
Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hoe-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-105	Fecha de Recepción : 14/06/21
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA	Fecha de Ejecución : 17/06/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020	
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC	
FECHA : JUNIO DEL 2021	

Calicata : Combinado	Centra : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Natural	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

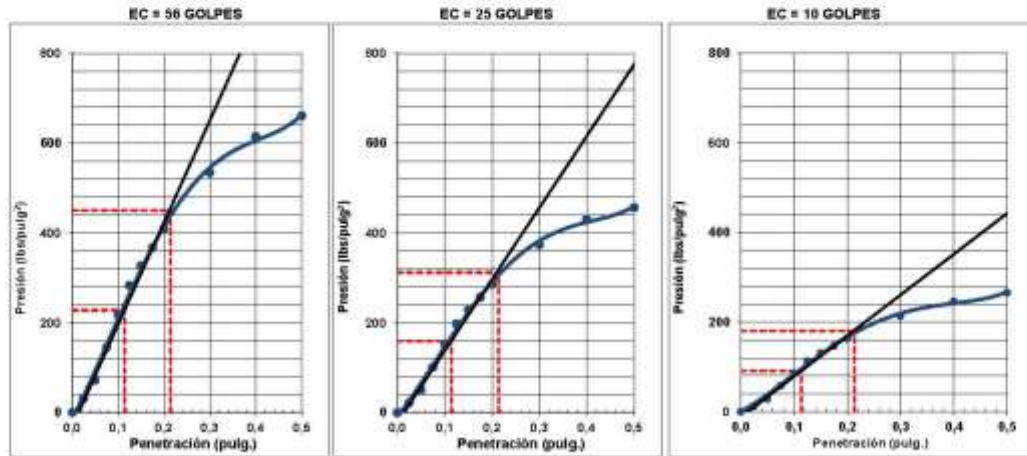


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2,046
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8,0
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1,944

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 22,8	0.2"	: 30,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 14,3	0.2"	: 18,5

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 22,8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 14,3
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 30,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 18,5



Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hon-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



Francisco
FRANCISCO
DE LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO

Código : D-19
 Revisión : 1
 Fecha : -
 Página : 1 de 3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDO CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021
 Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

Calicata : Combinado
 Muestra : Nat+2.5% Eucalipto
 Prof.(m) : -
 Canteras : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : -
 Clasificación AASHTO : -

Peso específico : -
 Método : C

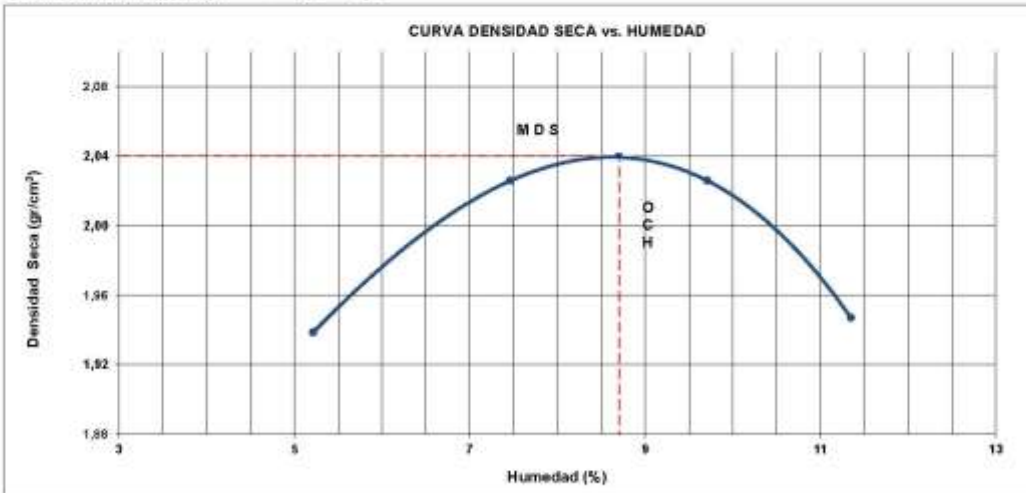
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11926	11317	11414	11298
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4324	4615	4712	4596
Volumen del Molde (cm³)	2120,0	2120,0	2120,0	2120,0
Densidad Humeda (gr/cm³)	2,040	2,177	2,223	2,168
Densidad seca (gr/cm³)	1,839	2,026	2,026	1,947

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	496,2	515,3	536,0	538,0
Tara + suelo seco (gr)	473,9	492,6	492,6	488,5
Peso del agua (gr)	22,3	32,7	43,4	49,5
Peso de tara (gr)	46,2	44,2	43,6	52,3
Peso suelo seco (gr)	427,7	438,4	447,0	436,2
Contenido de humedad (%)	5,2	7,5	8,7	11,3

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,040 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%) : 8,7 (%)



Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



José M.
 JAVIER FRANCISCO
 DE LA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDOLE GENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021
 Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

Calicata : Combinado Cantera : - Clasificación SUCS : -
 Muestra : Nat+2.5% Eucalipto Progresiva : - Clasificación AASHTO : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

MDS (gr/cm³) : 2,040
 OCH (%) : 8,7

COMPACTACIÓN

N° molde	B-1		E-5		E-2	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12548	12642	12641	12731	12165	12352
Peso del Molde (gr)	7796	7796	8081	8081	8040	8040
Peso suelo compacto (gr)	4752	4846	4560	4650	4125	4312
Volumen del Molde (cm ³)	2144	2159	2130	2149	2038	2084
Densidad Humada (gr/cm ³)	2.217	2.244	2.140	2.164	2.024	2.080
Densidad seca (gr/cm ³)	2.040	2.061	1.870	1.869	1.863	1.884

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	346,6	349,6	328,0	421,9	393,3	427,2
Tara + suelo seco (gr)	322,0	323,3	306,0	388,8	366,9	392,2
Peso del agua (gr)	24,6	26,3	22,0	33,1	26,4	35,0
Peso de tara (gr)	38,1	44,2	52,2	55,6	62,2	53,3
Peso suelo seco (gr)	283,9	279,1	253,8	333,2	304,7	338,9
Contenido de humedad (%)	8,7	9,4	8,7	9,9	8,7	10,3

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a. m.	36	0,00	0,00	36	0,00	0,00	36	0,00	0,00
27/06/2021	24	8:07:00 a. m.	52	0,16	0,14	68	0,32	0,27	92	0,56	0,50
28/06/2021	48	8:05:00 a. m.	75	0,39	0,33	95	0,59	0,50	132	0,96	0,86
29/06/2021	72	8:06:00 a. m.	119	0,83	0,71	138	0,94	0,80	170	1,34	1,20
30/06/2021	96	8:04:00 a. m.	122	0,86	0,73	136	1,00	0,86	178	1,42	1,27

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	B-1		E-5		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	E-2		
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN		
			Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)	
0,000		0				0				
0,025		31,2				25,0			15,0	
0,050		88,1				70,5			42,3	
0,075		156,0				124,8			74,9	
0,100	1000	232,2	307,0	30,7	195,8	245,6	24,6	111,5	147,3	14,7
0,125		318,5				254,8			152,9	
0,150		401,1				320,8			192,5	
0,175		489,1				374,5			224,7	
0,200	1500	523,2	600,0	46,0	418,6	500,0	33,3	251,1	300,0	20,0
0,300		712,3				569,8			341,8	
0,400		815,1				652,1			391,3	
0,500		886,7				709,4			425,6	


Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TA4001-N°1
 Hce-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn



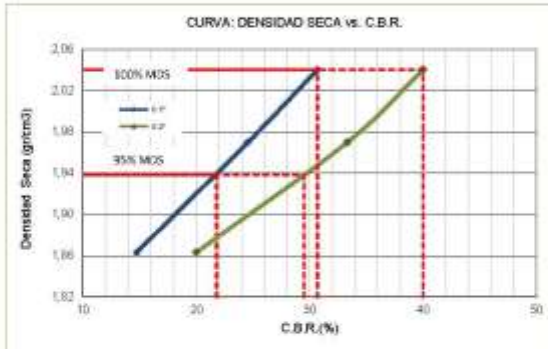
Francisco
 FRANCISCO
 M. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193657

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-105	Fecha de Recepción : 14/06/21
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA	Fecha de Ejecución : 26/06/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020	
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC	
FECHA : JUNIO DEL 2021	

Calicata : Combinado	Cartera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Nat+2.5% Eucalipto	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

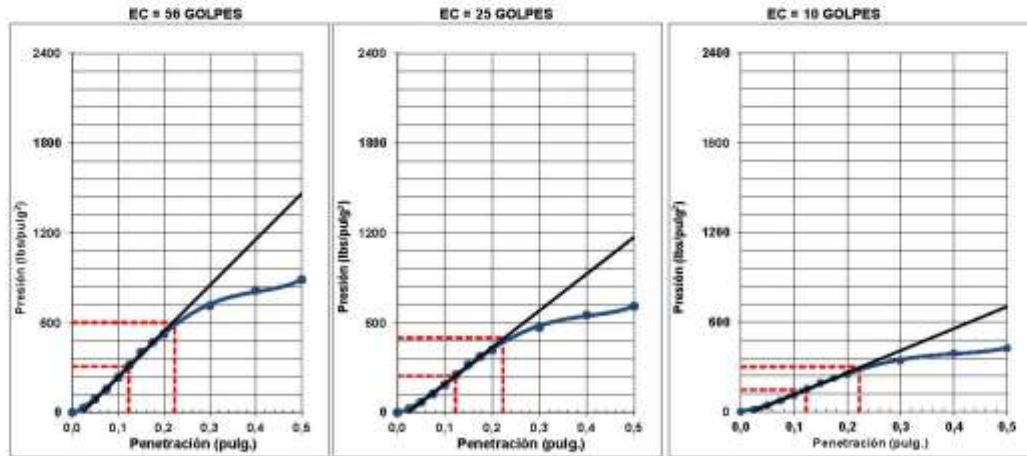


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2,040
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8,7
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1,938

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 30,7	0.2"	: 40,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 21,8	0.2"	: 29,5

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 30,7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 21,8
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 40,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 29,5




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hon-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



Javier Francisco Mallo Clavijo
JAVIER FRANCISCO MALLO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDO CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021

Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

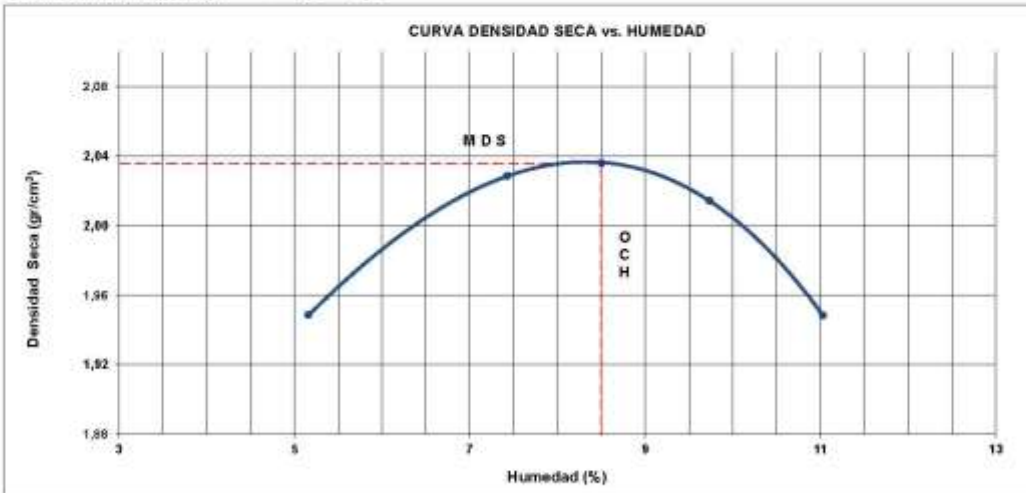
Calicata : Combinado Cantera : - Clasificación SUCS : -
 Muestra : Nat.+5% Eucalipto Progresiva : - Clasificación AASHTO : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

Peso específico : -
 Método : C

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11946	11322	11388	11288
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4344	4620	4686	4586
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.049	2.179	2.210	2.163
Densidad seca (gr/cm ³)	1.948	2.029	2.014	1.948

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	578.0	566.9	604.6	608.0
Tara + suelo seco (gr)	552.2	532.0	555.6	552.8
Peso del agua (gr)	25.8	34.9	49.0	55.4
Peso de tara (gr)	52.3	62.2	52.3	56.3
Peso suelo seco (gr)	489.9	469.8	503.3	502.3
Contenido de humedad (%)	5.2	7.4	8.7	11.0

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.036 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%) : 8,5 (%)




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn




JAVIER FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : 0-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE GENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021

Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

Calicata : Combinado Cantera : - Clasificación SUCS : -
 Muestra : Nat.+9% Eucalipto Progresiva : - Clasificación AASHTO : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

MDS (gr/cm³) : 2,036
 OCH (%) : 8,5

COMPACTACIÓN

N° molde	C-4 56		A-2 25		A-1 10	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	13215	13295	12385	12482	11955	12155
Peso del Molde (gr)	8515	8515	7906	7906	7700	7700
Peso suelo compacto (gr)	4700	4780	4479	4576	4255	4455
Volumen del Molde (cm ³)	2127	2138	2129	2142	2138	2159
Densidad Humada (gr/cm ³)	2.210	2.236	2.104	2.136	1.992	2.064
Densidad seca (gr/cm ³)	2.037	2.050	1.837	1.861	1.836	1.876

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	347,0	383,0	354,6	526,6	431,6	558,5
Tara + suelo seco (gr)	324,0	355,6	330,8	488,9	402,2	512,2
Peso del agua (gr)	23,0	27,4	23,8	37,7	29,4	46,3
Peso de tara (gr)	92,8	93,3	94,2	92,1	95,2	90,1
Peso suelo seco (gr)	271,2	302,3	278,6	396,8	347,0	462,1
Contenido de humedad (%)	8,5	9,1	8,6	9,5	8,5	10,0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a. m.	15	0,00	0,00	16	0,00	0,00	10	0,00	0,00
27/06/2021	24	8:07:00 a. m.	32	0,17	0,15	44	0,28	0,24	55	0,45	0,39
28/06/2021	48	8:05:00 a. m.	51	0,36	0,31	62	0,46	0,39	75	0,65	0,56
29/06/2021	72	8:06:00 a. m.	71	0,56	0,48	85	0,68	0,59	96	0,86	0,74
30/06/2021	96	8:04:00 a. m.	73	0,58	0,50	90	0,74	0,63	132	1,22	1,04

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-1		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-2		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		38,8			32,3			18,4		
0,050		114,6			95,5			57,3		
0,075		211,5			176,2			105,7		
0,100	1000	310,2	362,1	36,2	258,5	287,8	28,8	155,1	172,7	17,3
0,125		397,4			331,2			198,7		
0,150		467,0			389,2			233,5		
0,175		528,7			440,6			264,4		
0,200	1500	572,8	650,0	43,3	477,3	536,0	35,7	266,4	320,0	21,3
0,300		722,6			602,2			361,3		
0,400		854,8			712,3			427,4		
0,500		988,7			823,9			484,4		

Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hoe-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



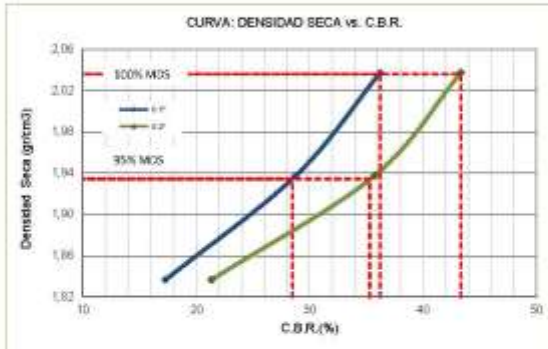

JAVIER FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-105	Fecha de Recepción : 14/06/21
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA	Fecha de Ejecución : 26/06/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020	
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC	
FECHA : JUNIO DEL 2021	

Calicata : Combinado	Cartera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Nat.+5% Eucalipto	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

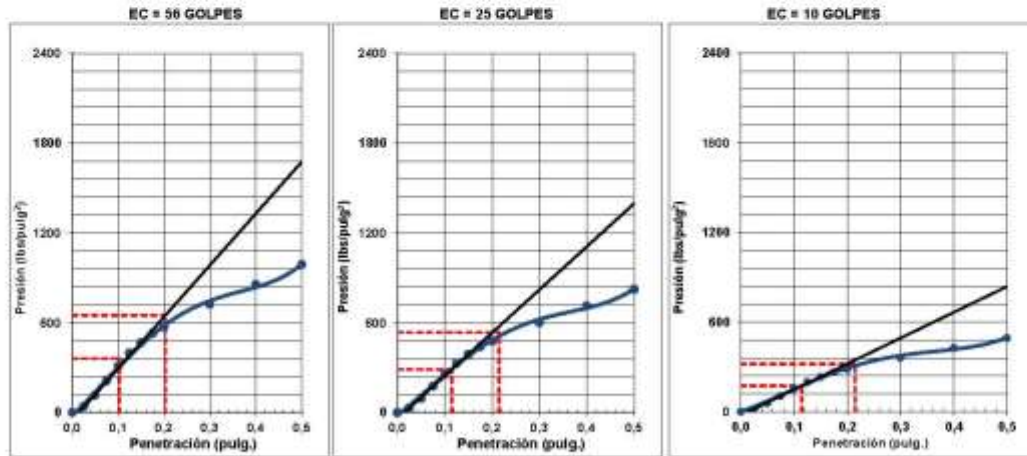


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2,036
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8,5
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1,934

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 36,2	0.2"	: 43,3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 28,5	0.2"	: 35,3

RESULTADOS:


C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 36,2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 28,5
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 43,3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 35,3




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hon-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




JAVIER FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDO CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021
 Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

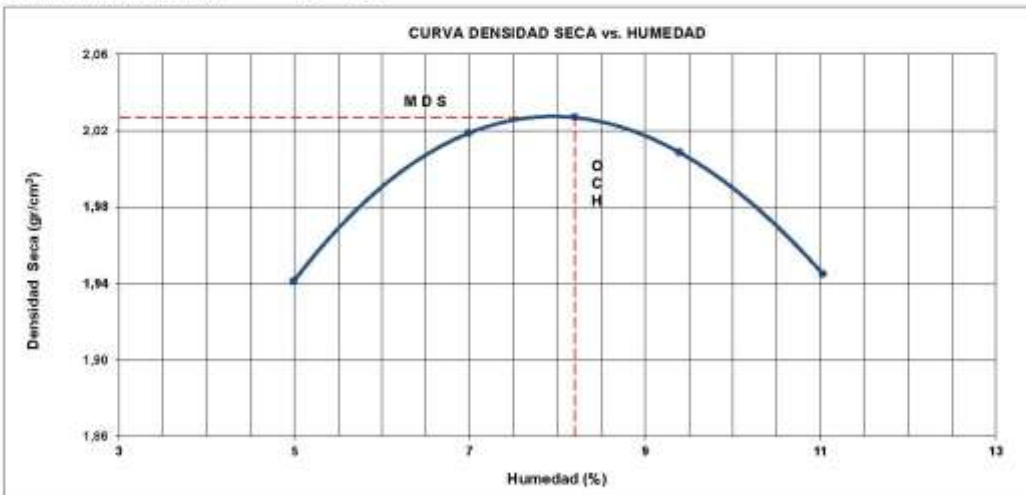
Calicata : Combinado Cantera : -
 Muestra : Nat.+10% Eucalipto Progresiva : -
 Prof.(m) : - Coordinadas : -
 Clasificación SUCS : -
 Clasificación AASHTO : -

Peso específico : -
 Método : C

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11922	11280	11366	11280	
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702	
Peso suelo compacto (gr)	4320	4578	4668	4578	
Volumen del Molde (cm ³)	2120.0	2120.0	2120.0	2120.0	
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.038	2.159	2.197	2.159	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.841	2.018	2.009	1.845	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	574.2	513.8	628.2	646.0	
Tara + suelo seco (gr)	549.8	485.8	580.3	598.0	
Peso del agua (gr)	24.8	28.9	47.9	58.0	
Peso de tara (gr)	56.6	71.2	70.2	82.1	
Peso suelo seco (gr)	483.0	413.8	510.1	507.8	
Contenido de humedad (%)	5.0	7.0	9.4	11.0	

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.027 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%) : 8.2 (%)




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



José M. A.
 JOSE FRANCISCO
 INLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : 0-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-105
 SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
 PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDO LEÑIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020
 UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC
 FECHA : JUNIO DEL 2021

Fecha de Recepción : 14/06/21
 Fecha de Ejecución : 26/06/21

Calicata : Combinado Cantera : -
 Muestra : Nat.+10% Eucalipto Progresiva : -
 Prof.(m) : - Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : -
 Clasificación AASHTO : -

MDS (gr/cm³) : 2,927
 OCH (%) : 8,2

COMPACTACIÓN

N° molde	A-6		A-6		B-2	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12488	12562	12326	12362	11975	12112
Peso del Molde (gr)	7792	7792	7792	7792	7741	7741
Peso suelo compacto (gr)	4696	4800	4534	4570	4234	4371
Volumen del Molde (cm ³)	2142	2152	2142	2154	2140	2155
Densidad Humada (gr/cm ³)	2.193	2.231	2.117	2.122	1.979	2.028
Densidad seca (gr/cm ³)	2.027	2.048	1.957	1.938	1.827	1.851

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	350,8	455,8	276,8	458,8	430,8	489,0
Tara + suelo seco (gr)	328,8	422,6	260,0	423,6	402,2	432,3
Peso del agua (gr)	22,8	33,0	16,9	35,2	28,6	36,7
Peso de tara (gr)	49,5	52,6	52,9	53,3	56,6	50,2
Peso suelo seco (gr)	278,5	370,0	207,1	370,3	345,8	382,1
Contenido de humedad(%)	8,2	8,9	8,2	9,5	8,3	9,6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/06/2021	0	8:06:00 a. m.	34	0,00	0,00	20	0,00	0,00	19	0,00	0,00
27/06/2021	24	8:07:00 a. m.	45	0,11	0,09	42	0,22	0,19	55	0,36	0,31
28/06/2021	48	8:05:00 a. m.	55	0,21	0,18	60	0,40	0,34	75	0,56	0,48
29/06/2021	72	8:06:00 a. m.	77	0,43	0,37	75	0,56	0,47	95	0,76	0,65
30/06/2021	96	8:04:00 a. m.	90	0,56	0,48	85	0,65	0,56	102	0,83	0,71

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-6		A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	B-2		
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN		
			Lb	CBR (%)	Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)	
0,000		0				0				
0,025		51,1				90,3			22,5	
0,050		165,7				298,6			72,8	
0,075		345,4				303,3			152,0	
0,100	1000	497,9	545,8	54,6	387,7	426,0	42,6	219,1	240,2	24,0
0,125		631,8				458,2			278,0	
0,150		747,3				525,0			328,8	
0,175		853,0				583,8			375,3	
0,200	1500	934,1	1020,0	68,0	643,3	805,0	53,7	411,0	450,0	30,0
0,300		1244,3				826,9			547,5	
0,400		1409,9				870,8			620,4	
0,500		1517,4				1110,3			667,7	


Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



Francisco
 FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

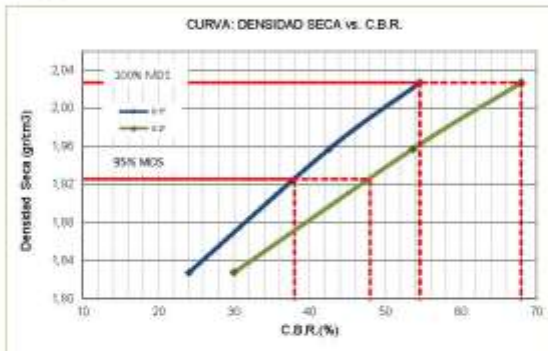
Equipo usados
Bal-R31P50-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hoe-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-105	Fecha de Recepción : 14/06/21
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA	Fecha de Ejecución : 26/06/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020	
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURIMAC	
FECHA : JUNIO DEL 2021	

Calicata : Combinado	Cartera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Nat.+10% Eucalipto	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

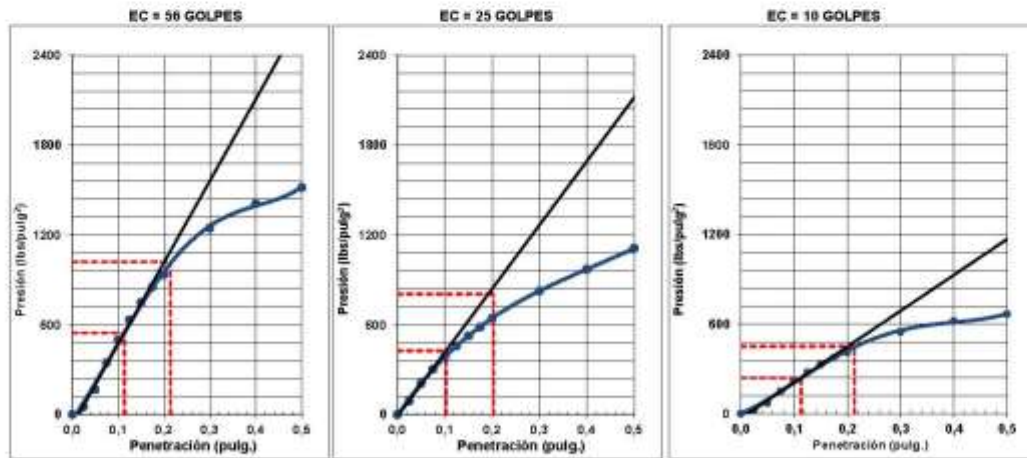


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2,027
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8,2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1,926

C.B.R. al 100% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 54,0	0.2"	: 68,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. (%) 0.1"	: 38,0	0.2"	: 48,0

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 54,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 38,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 68,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 48,0




Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hon-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 AVINER FRANCISCO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : D-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000

N° INFORME : JCH 21-106
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINÓ JJAREZ CHIPANA
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORANDO LE CENizas DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC

Fecha de Recepción : 14/06/21
Fecha de Ejecución : 12/07/21
Fecha de Emisión : 12/07/21

Cálculo : 0,2 **Progresivo** : 9-700 **Clasificación SUCS muestra global** : GC
Muestra : - **Coordenadas** : E 889433.74 ; N 8490294.17
Prof.(m) : 1,50

ESFUERZO NORMAL = 9,5 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,1358
0,50	0,1555
0,75	0,1753
1,00	0,1753
1,25	0,1950
1,50	0,1950
1,75	0,1950
2,00	0,2148
2,25	0,2148
2,50	0,2148
2,75	0,2345
3,00	0,2345
3,25	0,2345
3,50	0,2345
3,75	0,2543
4,00	0,2543
4,25	0,2543
4,50	0,2543
4,75	0,2543
5,00	0,2543
5,25	0,2740
5,50	0,2740
5,75	0,2740
6,00	0,2740
6,25	0,2740
6,50	0,2740
6,75	0,2938
7,00	0,2938
7,25	0,2938
7,50	0,2938
7,75	0,2938
8,00	0,2938
8,25	0,2938
8,50	0,2938
8,75	0,2938
9,00	0,2938
9,25	0,2938
9,50	0,3135
9,75	0,3135
10,00	0,3135

ESFUERZO NORMAL = 1 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,1415
0,50	0,1788
0,75	0,2016
1,00	0,2285
1,25	0,2533
1,50	0,2782
1,75	0,2906
2,00	0,3030
2,25	0,3279
2,50	0,3403
2,75	0,3527
3,00	0,3652
3,25	0,3776
3,50	0,3900
3,75	0,4024
4,00	0,4024
4,25	0,4149
4,50	0,4273
4,75	0,4273
5,00	0,4397
5,25	0,4521
5,50	0,4521
5,75	0,4646
6,00	0,4646
6,25	0,4770
6,50	0,4770
6,75	0,4894
7,00	0,4894
7,25	0,5018
7,50	0,5018
7,75	0,5143
8,00	0,5143
8,25	0,5267
8,50	0,5267
8,75	0,5267
9,00	0,5391
9,25	0,5391
9,50	0,5391
9,75	0,5516
10,00	0,5516

ESFUERZO NORMAL = 2 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,2185
0,50	0,3192
0,75	0,3852
1,00	0,4343
1,25	0,4833
1,50	0,5324
1,75	0,5569
2,00	0,5815
2,25	0,6305
2,50	0,6543
2,75	0,6796
3,00	0,7041
3,25	0,7189
3,50	0,7374
3,75	0,7558
4,00	0,7777
4,25	0,7928
4,50	0,8112
4,75	0,8268
5,00	0,8482
5,25	0,8666
5,50	0,8851
5,75	0,8943
6,00	0,9036
6,25	0,9128
6,50	0,9249
6,75	0,9313
7,00	0,9494
7,25	0,9682
7,50	0,9739
7,75	0,9866
8,00	0,9985
8,25	1,0143
8,50	1,0236
8,75	1,0328
9,00	1,0420
9,25	1,0513
9,50	1,0605
9,75	1,0697
10,00	1,0790


Observaciones : Se sumergió el material para la condición más crítica. Deformación máxima de corte: 10%

Realizado : Téc. JCH



Francisco
FRANCISCO
M. LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31390-A93
Bal-TA9001-NR1
Mor-D1-JCH
Mes. C.D. 50K (50KN)

	FORMULARIO	Código : D-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2 de 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000

N° Informe	: JCH 21-105	Fecha de Recepción	: 14/06/21
SOLICITANTE	: WALDO DANIEL MALCA ROS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA	Fecha de Ejecución	: 12/07/21
PROYECTO	: DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020	Fecha de Emisión	: 12/07/21
UBICACIÓN	: CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC		

Calicata	: C-2	Progresiva	: 9+700
Muestra	: -	Coordenadas	: E: 889403.74 ; N: 8450294.17
Prof.(m)	: 1,80		

	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 1	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 2	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 3
Lado	100,00 mm	100,00 mm	100,00 mm
Area	10000 mm ²	10000 mm ²	10000 mm ²
Altura	20,00 mm	20,00 mm	20,00 mm
Densidad húmeda	1,650 gr/cm ³	1,650 gr/cm ³	1,650 gr/cm ³
Densidad seca	1,434 gr/cm ³	1,435 gr/cm ³	1,422 gr/cm ³
Humedad	15,10 %	15,02 %	16,03 %
Estado	Remoldado (Material: N°4)	Remoldado (Material: N°4)	Remoldado (Material: N°4)
Condición	Sumergido	Sumergido	Sumergido
	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL
Carga total	5 kg	10 kg	20 kg
Esfuerzo de corte normal	0,5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	2 kg/cm ²
	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN
Altura final de consolidación	17,388 mm	16,600 mm	16,108 mm
	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE
Velocidad de corte	0,41 mm/min	0,42 mm/min	0,43 mm/min
Altura final	16,913 mm	15,524 mm	15,524 mm
Humedad final	31,85 %	30,01 %	29,54 %
Densidad húmeda final	2,235 gr/cm ³	2,403 gr/cm ³	2,373 gr/cm ³
Densidad seca final	1,695 gr/cm ³	1,848 gr/cm ³	1,832 gr/cm ³
Esfuerzo de corte maximo	0,3135 kg/cm ²	0,5516 kg/cm ²	1,0790 kg/cm ²
Clasificación SUKS de muestra global	GC		





 FRANCISCO IN LOZA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Observaciones : Se sumergió el material para la condición más crítica. Deformación máxima de corte: 10%

Realizado : T.éc. JCH

Equipo usado
Bal-R31P30-N43
Bal-TA10001-NW1
Hor-01-JCH
Mix. C.D. FLE (M&N)

	FORMULARIO	Código : ...
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : 01/01/20
		Página : 1 de 1

**LÍMITE DE CONTRACCIÓN
ASTM D4943**

N° INFORME : JCH 21-105
SOLICITANTE : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA
PROYECTO : DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO EN CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC 2020
UBICACIÓN : CARRETERA COLCABAMBA - APURÍMAC
FECHA : JULIO DEL 2021


Datos de muestra		Fecha de recepción	: 14/06/21
Calicata	: C-2 (suelo natural)	Fecha de ejecución	: 13/07/21
Muestra	: ...	Fecha de emisión	: 15/07/21
Prof. (m)	: 1,50		
Progresiva	: 9+700		
Coordenadas	: E: 689403.74 ; N: 8450294.17		

Prueba N°		1	2		
Masa de vasija de contracción + peso suelo humedo	(g)	53,88	52,32		
Masa de vasija de contracción + peso suelo seco	(g)	44,60	43,60		
Masa de agua	(g)	9,28	8,72		
Masa de vasija de contracción	(g)	16,74	20,08		
Masa de suelo seco	(g)	24,86	23,54		
Contenido de agua	(%)	37,33	37,04		
Masa de agua desplazada por el suelo seco y cera	(g)	11,66	11,25		
Masa de suelo seco y cera en el aire	(g)	25,46	23,95		
Volumen de suelo seco y cera	(cm3)	13,80	12,70		
Densidad del agua, g/cm3 (asumido 1 g/cm3)		1	1		
Masa de la cera	(g)	0,60	0,41		
Volumen de cera	(cm3)	0,67	0,46		
Densidad de la cera	(g/cm3)	0,89	0,89		
Volumen de suelo seco (cm3)	(cm3)	13,13	12,24		
Volumen de la vasija de contracción	(cm3)	18,84	17,71		
Límite de contracción		14,3	13,8		
Promedio límite de contracción		14,1			

Observaciones :
Ejecutado por : J.CH.



Francisco
FRANCISCO
LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMATO	Código	Q1-Q2-Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Informe : JCH 21-105
Solicitante : WALDO DANIEL MALCA RIOS & PEDRO LINO JUAREZ CHIPANA.
Proyecto : *DISEÑO DE PAQUETE ESTRUCTURAL, INCORPORÁNDOLE CENIZAS DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO EN CARRTERA COLCABAMBA - APURIMAC 2020*
Ubicación : CARRTERA COLCABAMBA - APURIMAC
Fecha : JUNIO DEL 2021

Datos de la muestra
Calicata : C-2 **Fecha de Recepción** : 18/06/2021
Muestra : - **Fecha de Ejecución** : 21/06/2021
Profundidad (mts) : 1,50
Progresiva : 9+700
Coordenadas : E: 689403.74 ; N: 8450294.17

SALES SOLUBLES TOTALES	288 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0.029 %

SULFATOS SOLUBLES	16 p.p.m.
NORMA AASHTO T296 - NTP 339.178	0.002 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	60 p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	0.006 %

Ph	0,24 ph
MTC E-129	17,60 °c

Ejecutado Por : R. Triviño

OBSERVACIONES:

- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * -
- * -

Equipos Usados
Bal-T4J4001-N°1
Bal-PX224E-N°4
Hori-01-JCH
Ph-01-JCH
DH-WF21-P03 (Muña)




JAVIER FRANCISCO
 IN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Panel de fotos



Muestra de Cenizas de eucalipto



Muestra del terreno natural de la zona de estudio y cenizas de eucalipto



Mezcla de material de la zona y ceniza de eucalipto



Mezcla al 2.5%



Mezcla al 5%



Mezcla al 10%



01-Preparación de las muestras para ensayo de CBR



02-Preparación de las muestras para ensayo de CBR



03-Preparación de las muestras para ensayo de CBR



04-Preparación de las muestras para ensayo de CBR



05-Preparación de las muestras para ensayo de CBR